

3

34563

225

CONVENIO

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SALTA - CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA

ESTUDIO

"FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS MENAS  
FERRIFERAS DE UNCHIME, SALTA"

CONTENIDO :

ASPECTOS GEOLOGICOS MINEROS	a fs. 1
TRATAMIENTO Y BENEFICIO	a fs. 115
ESTUDIOS ECONOMICOS	a fs. 138
ASPECTOS LEGALES	a fs. 167
INFORMACION COMPLEMENTARIA	a fs. 170

SALTA, 1988 - 1989

O  
H 2222  
C 114

X. 12  
- 04

DIRECCION GENERAL DE MINERIA

AVDA. BOLIVIA N°. 4.650  
TELEF. 222184 Y 222382  
4.400 - SALTA

C. F. I.
INGRESO
2 NOV 1989
Nº 5301

SALTA, 1 NOV. 1989

Señor  
Secretario Gral. Consejo Federal de Inversiones  
Ing. JUAN JOSE GIACERA  
S \_\_\_\_\_ D

Por la presente me dirijo a Ud. con el objeto de elevar los informes finales correspondientes al estudio "FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS MENAS FERRIFERAS DE UNCHIME", Dpto. Gral. Güemes, Provincia de Salta.

Los trabajos se llevaron a cabo dentro de lo estipulado en el convenio oportunamente celebrado entre el Consejo Federal de Inversiones, Universidad Nacional de Salta y el Gobierno de la Provincia de Salta.

Se hace notar que la falta de cumplimiento en el plazo de presentación del informe final se debió a la necesidad de efectuar nuevos controles de campo y un muestreo mineralúrgico del bloque El Tunal, el cual ofrece las características de yacencia y mineralización con mejores perspectivas de un aprovechamiento inmediato. Asimismo se determinó la conveniencia de efectuar a través del Instituto Tecnológico de Minerales de la Universidad Nacional de Jujuy nuevos ensayos de tratamiento y beneficio cuyos resultados serán remitidos a ese Consejo a los fines de ampliar la información aportada.

No escapará al Sr. Secretario el esfuerzo que la Provincia realizó para completar el estudio ajustándose a las normas presupuestarias de convenio, por lo que solicito que el aporte correspondiente a la presentación del informe final sea actualizado a los efectos de compensar parte de los fondos que la Provincia ha destinado en esta última etapa.

En la espera de una resolución favorable y quedando a vuestra disposición para cumplimentar los requerimientos que estime necesarios, aprovecho esta oportunidad para saludar a Ud. con distinguida consideración.

RJS/sem.

Nota Nº 358

Lt. RICARDO JOSE SALAS  
Director General de Minas



FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS MENAS  
FERRIFERAS DE UNCHIME

ASPECTOS GEOLOGICOS MINEROS

Lic. Alfredo Luis Castillo  
Dirección General de Minería

Lic. Miguel Angel Boso  
Universidad Nacional de Salta

CONVENIO:

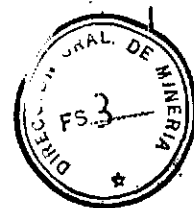
PROVINCIA DE SALTA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA - CONSEJO  
FEDERAL DE INVERSIONES

MAYO/1989



## INDICE

<u>Contenido de Temas</u>	<u>Página</u>
I.- Introducción	1
II.- Análisis de Antecedentes	3
III.- Generalidades	7
IV.- Rasgos Orográficos e Hidrográficos	9
V.- Geología del Depósito	10
Va. Geomorfología	10
Vb. Estratigrafía	11
Cuadro estratigráfico	16
VI.- La Mena Ferrífera	17
VIa. Componentes texturales y Mineralógicos	19
VIb. Petrografía: descripción de los tipos litológicos	22
Histograma de frecuencias de los tipos litológicos	38
VIc. Procesos Diagenéticos	39
VIId. Columnas Sedimento-Estratigráficas de los mantos ferríferos	46
Referencias Columnas Sedimento-Estratigráficas	78
VIe. Consideraciones Genéticas	79
VII.- Estimación de Reservas	83
Planilla resumen de datos	84
Planilla Recursos Minerales Identificados	92
VIII. Conclusiones	94
IX.- Recomendaciones	104
X.- Referencia citadas en el texto	104
XI.- Anexos	106



## I.- INTRODUCCION

En cumplimiento a lo acordado por el Convenio entre la Provincia de Salta, la Universidad Nacional de Salta y el Consejo Federal de Inversiones, para realizar las tareas del estudio "Factibilidad de Aprovechamiento de las Menas Ferríferas de Unchimé", que corresponden/ a la Etapa II del estudio "Evaluación del Recurso Minero de la Provincia", se elabora este informe final.

### Objetivos

Teniendo en cuenta los trabajos realizados, tendientes a definir la prefactibilidad económica de los depósitos ferríferos de Unchimé, si bien numerosos en el tiempo, no han permitido aún lograr el aprovechamiento de este recurso.

Ante esta consideración, se han planteado estudios interdisciplinarios referentes a los aspectos legales, geológicos mineros, de tratamiento de mineral y económicos, puntualizados en el convenio de trabajo.

En lo que respecta a los aspectos geológicos mineros, se fijaron los siguientes objetivos:

- Análisis de antecedentes: recopilación y actualización de los antecedentes regionales de la cuenca ferrífera y específicos del distrito/ Unchimé, con un análisis crítico de la información.
- Geología del depósito: el control de campo de las unidades lito-estratigráficas, estructuras, mineralogía, determinación de tenores de Hierro y Fósforo y valoración de recursos relacionados a las menas ferríferas.

### Metodología de Trabajo

Para el desarrollo de las tareas geológicas de campo, laboratorio y gabinete, se ha procedido a:

///



Levantamiento en detalle de secciones naturales y trincheras existentes, de los mantos ferríferos, con su correspondiente ubicación, posición y datos geológicos.

Los muestreos se diferenciaron teniendo en cuenta los requerimientos de los estudios mineralógicos, químicos y mineralúrgicos, extrayéndose muestras, puntuales por estrato, en canaletas y de conjunto masivos, respectivamente.

La información de campo, se ha volcado en mapas bases geológicas - topográficos existentes, elaborándose para este informe final/ un mapa geológico - topográfico a escala 1:20.000 y aportes resultantes de los chequeos de campo y los que surgieron del análisis de las fotografías aéreas, adquiridas en el marco del Proyecto a la Secretaría de Minería de la Nación y que corresponden al relevamiento aerofotogramétrico de la empresa I.F.T.A. en el año 1963.

En laboratorio se confeccionaron 200 cortes delgados para los análisis mineralógicos; los análisis químicos de los tenores de hierro y fósforo; mientras que los análisis mineralúrgicos fueron realizados por el Instituto de Beneficio de Minerales (INBEMI) de la Universidad Nacional de Salta y por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas - Mineras e Industriales de la Universidad Nacional de Jujuy, mediante convenio con la Secretaría de Estado de Minería y Recursos Energéticos de la Provincia.

Para la estimación de los recursos se consideraron los bloques diferenciados, en estudios anteriores, efectuándose las comprobaciones de espesores y leyes de los mantos ferríferos estudiados, que se expresan en planillas elaboradas al respecto.



## II.- ANALISIS DE ANTECEDENTES

El trabajo realizado, incluye en su primera etapa un análisis crítico de todos los antecedentes geológicos - mineros existentes, provenientes de diversos estudios, tanto oficiales como privados; estos constituyen la consulta para la recopilación de antecedentes y se detallan a continuación en orden cronológico:

- Brackebush, L. (1891) Mapa Geológico del interior de la República Argentina; escala 1:1.000.000 - Academia Nac. Cs. Córdoba. Dotha.
- Hagerman, T. (1933) Informe preliminar sobre el levantamiento Geológico del Departamento de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy. Bol. Inf. Petrol, 10 (107): 451-496.
- Bonarelli, G. (1921) Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas Subandinas del Norte.
- Wassman, S. (1930) La base de una producción de hierro en la provincia de Salta y Jujuy.
- Schlagintweit, O. (1937) Observaciones estratigráficas del Norte Argentino.
- Schlagintweit, O. (1943) La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del Horizonte Glacial de Zapla en la Argentina y Bolivia.
- Trumphy, E. (1943) Yacimientos de minerales de hierro de las provincias de Salta y Jujuy.
- Zunino, Y. (1944) Afloramientos de minerales de hierro.
- Angelelli, V. (1946) La Geología y génesis del yacimiento ferrífero de Zapla.
- Vilela, C.R. (1951) Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo-Dolomítico en la Puna Salta-Jujeña y su significado geológico Asoc. // Geól. Arg. Revista VI: 101-107, Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. (1955) Tectónica de las hojas Chicoana y Salta.
- Harrington, H.J. y A.F. Leanza (1957) Ordovician trilobites of Argentina. Univ. Kansas, Epec. Publ. 1:259. Lawrence.

///



- Turner, J.C.M. (1958) Estratigrafía del cordón de Escaya y de la / Sierra de Rinconada (Jujuy). Asoc. Geól. Arg. Revista XIII (1): 15-39. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M. (1960) Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. Bol. Acad. Nac. Ciencias. Córdoba, 41 (2): 163-196. Córdoba.
- Figueroa Caprini, M. (1962) El distrito ferrífero de Unchimedé, base de la Siderurgia de Salta.
- Pagés, C. (1961) El yacimiento ferrífero de Unchimedé. Información Preliminar. Dirección Nacional Geología y Minería.
- Pagés, C. (1962) Información preliminar del Yacimiento Ferrífero de Unchimedé, Departamento Güemes, Provincia de Salta, Geología Económica.
- Mauri, E. (1966) Geología General del Yacimiento Ferrífero de Unchimedé.
- Padula, E., E.O. Roller, A. Mingramm, R. Criado, M.A. Flores y B. Baldis / (1967) Devonian of Argentina. Inter. Symp. Devonian System, II: 165 - 199. Calgary.
- Ruiz Huidobro, O. (1968) Descripción Geológica de la Hoja 7 e, Salta.
- Giordana, A. (1970) Estudio de concentración de los minerales de hierro de la cuenca ferrífera del Noroeste Argentino, Santa Bárbara y Unchimedé.
- Pagés, C. (1971) La cuenca ferrífera del Noroeste Argentino.
- Fichna, B. (1970) Advance Program Development, Exploitation, Crushing Screening Operations et Unchimedé Mines Altos Hornos Güemes.
- Bordon, Y. (1971) Informe relacionado en la preparación y ejecución / de los trabajos efectuados por la Comisión de Estudios Argentinos - Topográficos y de muestreos de los yacimientos Ferríferos de Unchimedé. Altos Hornos Güemes.
- Barsimanto, A. (1971) Informe sobre un reconocimiento de Mina Patricia. Altos Hornos Zapla.
- Mon, R. (1971) Estructura Geológica del extremo austral de las Sierras

///

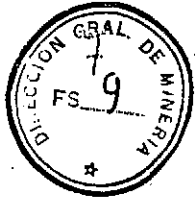




- Subandinas. Provincia de Salta y Tucumán. República Argentina.
- Barsimanto, A. (1972) Prospección Geo-económica de algunas fracciones del yacimiento Ferrífero de Unchimé. Dpto. General Güemes, Provincia de Salta.
  - Blosner, B., Figueroa Caprini, M. y Muñiz, L. (1972) Aprovechamiento/ de las Menas Ferríferas de Salta. Gobierno de la Provincia de Salta - C.F.I.
  - Mingramm, A. y Russo, A. (1972) Sierras Subandinas y Chaco Salteño, en A.F. Leanza. Geól. Arg. Acad. Nac. Ciencias Córdoba.
  - Reyes, F.C. y J.A. Salfity (1973) Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino, / Quinto Congreso Geól. Arg. Actas III: 355-385.
  - Brarda, S. (1974) Expansión de la Ferrominería Argentina.
  - Bossi, G., Viramonta, G. (1975) Contribución al conocimiento de la petrología de los yacimientos Ferríferos sedimentarios de Zapla y Unchimé. (Provincias de Jujuy y Salta, Rep. Argentina).
  - Angelelli, V., Galloni, E., Arrospide, A. y Figini, A. (1976) La clorita del Yacimiento Hematítico de Zapla, departamento Capital, Provincia de Jujuy.
  - Baldi, B., Gorroño, R., Plozkiewicz y Sarudiansky, R. (1976) Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. Sexto Congreso Geológico Argentino.
  - Mingramm, A., Russo, A., Pozzo, A. y Cazau, L. (1979) Sierras Subandinas. Segundo Simposio Geología Regional Argentina.
  - Chomnales, R. (1982) Estudio Microscópico de minerales del "Horizonte Ferrífero" en la zona Mal Paso, Unchimé Provincia de Salta.
  - Mendoza, R. (1982) Estratigrafía de la cuenca septentrional de la / Sierra de Unchimé, Provincia de Salta. Tesis Profesional UNSa.
  - Angelelli, V.; Brodtkorb, M.; Gordillo, C. y Gay, H. (1983) Las especies minerales de la República Argentina.



- Boso, M. y Monaldi, L. (1984) Estratigrafía y Sedimentología de los depósitos silúricos Ferríferos del Norte Argentino.
- Sureda, R., Galliski, M., Argañaraz, P. y Daroca Y. (1986) Aspectos Metalogenéticos del Noroeste Argentino (Provincia de Salta y Jujuy).
- Monaldi, C.R. y M.A. Boso (1987) Dalmanitina Subandina nov.sp. (Tri-lobita) en la Formación Zapla del Norte Argentino. IV Congreso Latinoamericano de Paleontología, 1:149-157. Bolivia.
- Castillo, A.L. y M.A. Boso (1988) Las Menas Ferríferas de Unchimé: / aspectos geológicos mineros. Congreso de Geología Económica. Tomo II. Olavarría (Buenos Aires).
- Monaldi, C.R. (1988) El Ordovícico de la Sierra de Zapla, Provincia de Jujuy. Tesis Doctoral UNSa. Inédito.



### III.- GENERALIDADES

En este apartado se sintetizan consideraciones sobre las principales vías de accesos, aspectos del ambiente geográfico y recursos naturales y humanos, que pueden ser de interés para futuras tareas.

El yacimiento ferrífero de Unchimé se ubica en el extremo noroccidental de la Sierra del Gallo, Dpto. General Güemes, Provincia de Salta; su centro está determinado por las siguientes // coordenadas geográficas: 24°40' de latitud Sur y 64°50' de longitud Oeste.

Tomando como referencia la ciudad de General Güemes, el // acceso al yacimiento se realiza por la ruta provincial nº 8, en camino enripiado hasta el km 21, donde nace la huella consolidada hacia el campamento minero en recorrido de 9 km aproximadamente, en // dirección Sudeste.

Existen huellas secundarias que conectan diferentes manifestaciones del distrito ferrífero, y sendas de herradura, actualmente en su mayoría en estado de abandono e intransitabilidad.

El clima de la zona es del tipo subtropical con estación seca, con veranos cálidos y lluviosos e inviernos templados y secos. Se registran en la época veraniega temperaturas superiores a los 40 °C, con precipitaciones torrenciales y valores superiores a los 1.000 mm anuales. En invierno, las temperaturas rara vez descienden hasta // los 0 °C.

Las características climáticas de la región crean condiciones favorables para el desarrollo de la vegetación de tipo selva serrana // de la provincia Tucumana-Oranense, aunque con carácter más xerófila, // es por ello que se destacan especies arbóreas como yuchán, garabato, // chaguar, algarrobo y piquillín. Entre las especies arbóreas que representan condiciones de mayor humedad hay tipas, laurel, jacarandá, nogal silvestre, cedro, alisos, pinos, ceibo, quebracho colorado y blanco, // palo rosado y Mandubay.

Trabajos anteriores manifiestan que la cantidad de agua no

///

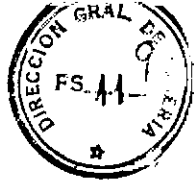


es suficiente para la instalación de industrias sin realizar obras / específicas, referidas a la provisión del recurso durante todo el año (embalses y pozos).

El tipo de vegetación podría satisfacer las necesidades de la leña y carbón, eventualmente las de entibiado de labores para explotación subterránea.

La red troncal del gasoducto Campo Durán - Buenos Aires atraviesa la ruta provincial nº 8, a la altura del km 16, constituyendo un recurso importante a tener en cuenta, como combustible y/o reductor, / en el procesamiento de las menas ferríferas.

Es importante destacar que la ciudad de General Güemes constituye el centro de unión de líneas férreas del F.F.C.C. Gral. Belgrano con ramales de vinculación hacia regiones del Norte y Sur de nuestro País. Por otra parte posee una importante usina termoeléctrica, que / provee de energía a toda la región.



#### IV.- RASGOS OROGRAFICOS E HIDROGRAFICOS

La zona que comprende al distrito ferrífero de Unchimé, está caracterizada por un relieve irregular, con alineaciones orográficas bien definidas, que alternan con angostas quebradas, por las que drenan los cursos de agua que integran la cuenca exorreica del Arroyo Unchimé, principal colector del área y afluente del río Lavayen, a la altura del paraje denominado El Cardonal en la Provincia de Jujuy.

Las culminaciones orográficas, alcanzan cotas que oscilan en valores próximos a los 2.000 m.s.n.m., siendo las principales el cerro Bayo de 2.240 m, filo Las Garzas, 2.070 m., El Alizar, Alto / de Las Picazas de 2.050 m., loma del Medio, 1.590 m., cerro El Cuerito, 1.670 m., cerro La Mocha, 1.490 m., cerro El Quemao, 1.390 m., y cerro Unchimé 1.180 m.; el antiguo campamento minero, ubicado sobre el arroyo Unchimé, tiene una cota de 950 m.s.n.m.

La red hidrográfica, presenta una configuración diseñada / básicamente por el estilo estructural coincidiendo su actual drenado con los sistemas de fallas que afectan la región. El arroyo Unchimé, curso permanente, desde sus nacientes en dirección sur a norte, recibe por su margen oriental a las cañadas de las Garzas, del Rodeo de los Toros, del Mal Paso, de las Picazas, de la Quinta (margen occidental), Agua Negra, del Chorro, de las Casas Coloradas, del Garabatal, del Tarco y del Arroyo Colorado. El arroyo El Tunal o El Cuerito es el afluente más importante del arroyo Unchimé, siendo el principal colector del sector occidental y recibiendo temporariamente el aporte de las cañadas del Atal, de las Avillas, de la Puerta de Piedra, del Corral, de / la Toma y de los Hornitos.

El arroyo Unchimé, es un curso permanente, con escasa cantidad de agua, aumentando su caudal en la época de lluvias (Diciembre a Abril), en cambio el arroyo El Tunal, solo aporta agua periódicamente, desapareciendo en algunos tramos de su recorrido. Ambos arroyos y el arroyo Colorado confluyen en la zona denominada Las Juntas.

#### V.- GEOLOGIA DEL DEPOSITO

La zona de estudio pertenece a la provincia Geológica / Sierras Subandinas Centrales (Baldis et al, 1976) Mon, 1971), caracterizada por un estilo estructural complejo, con una sucesión de pliegues volcados y fallas de empuje inversas con inclinaciones generalmente al Este.

La zona de Unchimé, en respuesta a la alta comprensión a que fue sometida muestra dos grandes bloques (Mauri, 1966) identificados como bloque del Tunal al noroeste y bloque de Unchimé / al sureste; los que se encuentran separados por la falla regional de Unchimé. Cada uno de los bloques presentan numerosas fallas menores de alivio, configurando un estilo estructural complejo, que afecta la disposición y continuidad de los mantos ferríferos empleados en el área.

#### Va.- GEOMORFOLOGIA

Tanto el estilo estructural con fallamientos en bloques basculados como la diferente naturaleza litológica de las rocas / empleadas en la zona (cuarcitas, limolitas y areniscas) definen / el paisaje geomorfológico actual, caracterizado por un diseño de / filos prominentes bien marcados, con fuerte pendiente, que alternan con áreas deprimidas y angostas de los valles y quebradas aledañas; características que además condicionan de los periódicos y voluminosos desprendimientos de terrenos que ocurren en la región.

La cobertura vegetal que es bien marcada, con desarrollo de una rica flora, del tipo selva Tucumano - Oranense, por las condiciones climáticas imperantes, con veranos cálidos 40 °C y lluvias 900 mm e inviernos secos con temperaturas próximas a los 0 °C, no encuentra condiciones edafológicas propicias para su desarrollo en profundidad, dado las características geo-morfológicas del terreno descriptas.



## Vb.- ESTRATIGRAFIA

Las formaciones geológicas aflorantes en el distrito pertenecen al Ordovícico, Silúrico, Devónico, Cretácico, Terciario y Cuaternario.

En el cuadro estratigráfico (Cuadro 1) se han volcado todas las unidades geológicas aflorantes en el área y zonas aledañas, agregándose una caracterización litológica resumida y generalizada.

La geología de la zona de estudio, fue elaborada a partir de los controles de campo y descripciones realizadas en las unidades aflorantes relacionadas con los mantos ferríferos completadas con la información de Mauri (1966).

### ORDOVICICO

La unidad más antigua de la zona es la Formación Labrado, / de edad arenigiana media a superior (Monaldi, 1988), se manifiesta / discontinuamente en las cañadas de la Quinta y de las Picazas, aflorando además, junto a la Formación Capillas, que la suprayace, en las cañadas de los Fósiles, Casas Coloradas y del Chorro.

La Formación Labrado (Harrington in Harrington y Leanza, / 1957), está caracterizada por una secuencia interestratificada de lutitas moradas oscuras, en estratos de hasta 0,50 m de espesor y areniscas arcillosas, moradas, de idéntico espesor, observando hacia niveles superiores un predominio de facies arenosas. También presentan numerosos Skolithus e intercalaciones no muy frecuentes, de lutitas / verdes, de reducido espesor.

El espesor total atribuido a la Formación Labrado es de 235 metros.

La Formación Capillas (Harrington in Harrington y Leanza, / 1957), de edad arenigiana superior-llanvirniana inferior (Monaldi, / 1988), está compuesta por una secuencia de lutitas verdes con abundantes Cruzianas; alcanzan un espesor máximo de 400 metros.



Por encima de la Formación Capillas, se ubica en relación concordante la Formación Centinela (Harrington in Harrington y Leanza, 1957), de edad llenvirniana a caradorciana, compuestas por cuarcitas, de grano fino a grueso, blancas, grises claras y en algunos casos amarillas y verdes. Sin embargo, en sectores, se presenta como areniscas más blandas, sin llegar a ser totalmente friables.

La estratificación predominante es gruesa a muy gruesa, tabular y maciza, aunque con menor frecuencia aparece con estratificación lenticular y entrecruzada. Es común la presencia de tubos de Skolithus y niveles centimétricos de coquinas de braquiópodos y nódulos fosfáticos.

Debido a su comportamiento rígido y dureza, normalmente conforma áreas resistentes a los procesos erosivos desgastantes del relieve.

El espesor de la Formación Centinela varía entre 75 y 200 metros.

La Formación Zapla (Schlegintweit, 1943), de edad ashgilliana (Monaldi y Boso, 1987), con reservas, aflora en numerosos sectores del distrito ferrífero, entre otros, los arroyos El Tunal, Unchimé, Las Cañas, Mal Paso, Mina Patricia. Está constituida por diamictitas friables, de colores grises oscuros y grises verdosos en corte fresco, con estratificación pobre o ausente y disyunción esferoidal. Se observan fenoclastos dispersos que alcanzan 0,15 m de diámetro, compuestos fundamentalmente por cuarzo y cuarcitas; el esqueleto de la roca, es una wacke cuarzosa con abundante matriz arcillosa.

El espesor de la Formación Zapla, oscila entre 0,30 y 10 m, a pesar de ello constituye un nivel guía para la ubicación del manto ferrífero I, dada su posición infrayacente con el mismo.

#### SILURICO - DEVONICO

La Formación Lipsón (Turner, 1960) o su equivalente lateral Formación Unchimé (Ruiz Huidobro, 1968), de edad wenlockiana a ludloviana (Baldie et al, 1976) o posiblemente llandoveryana (Boso y Monal





di, 1984) suprayace en concordancia a la Formación Zapla y es sobrepuesta con idéntica relación por los Esquistos de Lipeo o Formación Mendieta o Formación Baritú, pertenecientes al Devónico.

La Formación Lipeón, se encuentra ampliamente distribuida en la zona con espesores que varían entre 100 y 770 metros. Está constituida principalmente por wackes finas y muy finas, muy micáceas, / limolitas arcillosas, de colores amarillentos en superficie, pero / gris verdoso oscuro, en corte fresco, la estratificación es fina y / porta laminación plana y ondulosa. Su fauna, entre otras, es abundante en restos de trilobites, braquiópodos, bivalvos y gasterópodos, / aunque hayan sido mejor reconocidos y estudiados en las Sierras de Zapla, Santa Bárbara y Puesto Viejo.

Debido a que la Formación Lipeón, es portadora de los mantos ferríferos su reconocimiento y ubicación, se utiliza como guía de exploración.

En la zona de estudio, el Devónico, está representado por la Formación Mendieta (Hagerman, 1933) o Formación Arroyo Colorado / (Padula et al, 1967), con distribución discontinua en los Arroyos El Tunal y Unchimé.

Sus relaciones son de concordancia con la infrayacente Formación Lipeón y es sobrepuesta en discordancia erosiva, por el Subgrupo Pirgua.

La Formación Mendieta o Arroyo Colorado, está constituida / por lutitas arcillosas rojas, muy micáceas, en estratos de hasta 0,30 m de espesor con intercalaciones de areniscas finas, con estratificación ondulosa. Hacia arriba los estratos se presentan más arenosos / hasta convertirse en areniscas cuarcíticas duras, de color rojizo morado, con estratificación entrecruzada.

El espesor atribuido a los sedimentos devónicos descriptos, no supera los 200 metros.

CRETACICO



### SUBGRUPO PIRGUA (Vilela, 1951 nom transl. Reyes y Salfity, 1973)

Los sedimentos de edad cretácica, que conforman el Subgrupo Pirgua, tienen una amplia distribución en el área, se apoya en / discordancia erosiva sobre la Formación Mendieta y es sobrepuesto / concordantemente por la Formación Lecho.

El Subgrupo Pirgua está constituido por conglomerados, areniscas y pãditas de colores rojos, en sectores con intercalaciones / de basaltos, observados en los arroyos Colorado y Unchimé.

El espesor del Subgrupo, alcanza hasta 1.200 metros.

### FORMACIONES LECHO Y YACORAITE

La Formación Lecho (Turner, 1964), se apoya concordantemente sobre las sedimentitas rojas del Subgrupo Pirgua, está compuesta por areniscas gruesas y medianas, gris blanquecina, calcáreas, con / estratificación gruesa. Tiene un espesor máximo de 150 metros.

La Formación Yacoraite (Turner, 1958), de edad maastrichtiana, se apoya directamente sobre la Formación Lecho y es cubierta del mismo modo por el Subgrupo Santa Bárbara.

Las Formaciones Lecho y Yacoraite, se manifiestan en estrecha relación, aflorando en el sector sur, áreas Las Picazas, Filo / Las Chuñas y Loma del Medio.

La Formación Yacoraite está constituida por areniscas calcáreas, gruesas y medianas, calizas oolíticas y estromatolíticas. Tiene un espesor que alcanza los 80 metros en la quebrada de la Punilla.

### SEDIMENTOS CENOZOICOS

Para los depósitos continentales que culminan la columna estratigráfica de nuestra área de estudio, incluimos las sedimentitas / pertenecientes al Subgrupo Santa Bárbara y al Terciario Subandino, los cuales no se describen en el presente informe, por la escasa distribu-



ción que los mismos alcanzan.

Los sedimentos cuaternarios, tienen una escasa significación como unidades geológicas, conformando acumulaciones de canto rodados, gravas y arenas, irregularmente distribuidas en los cursos de los // arroyos, mientras que en las faldas de los cerros contribuyen a la / formación de una densa cobertura vegetal.



1.- CUADRO ESTRATIGRAFICO

ERA	PERIODO	ESTRATIGRAFIA	LITOLOGIA
C E N O Z O I C A	CUATERNARIO	DEPOSITOS FLUVIALES	Conglomerados, cenoglomerados y arenas.
	TERCIARIO	TERCIARIO SUBANDINO	Areniscas, arcilitas, limolitas rojizas.
		SUBGRUPO SANTA BARBARA	Areniscas finas, limoarcilitas, fangolitas rojizas y rosadas, margas, calizas / estromatolíticas, yeso, piroclastitas.
M E S O Z O I C A	CRETACICO	FORMACION YACORAITE FORMACION LECHO SUBGRUPO PIRGUA	Calizas oolíticas, estromatolíticas, pelitas. Areniscas calcáreas blanquecinas. Conglomerados, areniscas, lutitas rojas. Basaltos.
P A L E O Z O I C A	DEVONICO	FORMACION MENDIETA MIEMBRO DE TRANSICION	Areniscas rojizas con entrecruzamientos. Areniscas y lutitas rojizas y blanquecinas.
	SILURICO	FORMACION LIPEON	Aren. y lutitas oscuras. Mantos ferríferos.
	ORDOVICICO	FORMACION ZAPLA FORMACION CENTINELA FORMACION CAPILLAS FORMACION LABRADO Sin base aflorante	Diamictitas grises, cuarcitas y lutitas. Areniscas cuarzosas y cuarcitas blancas. Aren. fangosas y calizas grises oscuras. Areniscas finas, fangosas, moradas y rojizas.

## VI. LA MENA FERRIFERA

En el distrito minero Unchimé se diferencian dos mantos ferríferos, ubicados dentro de la Formación Lipeón, identificados como I y II en función de su posición estratigráfica.

El manto ferrífero I se ubica en la base de la Formación Lipeón, apoya directamente sobre las sedimentitas de la Formación Zapla o está separada de ésta por delgados lentes de areniscas amarillentas micáceas finas de aspecto esquistoso; solo se lo observó en Mina Patricia (gráfico) y en el arroyo El Tunal.

El manto ferrífero II que por su desarrollo en el área tiene mayor significación, se localiza entre 60 y 160 m por encima de la base de la Formación Lipeón, posee un rumbo general N-S e inclina predominantemente hacia el este, con valores que oscilan entre 10° y 70°.

Con el objeto de determinar las variaciones de espesores de los mantos, número de estratos que lo componen, estructuras sedimentarias presentes, composición mineralógica, textura y composición química, establecer las condiciones ambientales y diagenéticas que rigieron para su formación, como así también las leyes en hematita, se efectuaron en los lugares de muestreo (ver mapa), levantamientos de columnas litológicas detalladas.

El comportamiento general de los tenores de la mena ferrífera, puede considerarse en función de los materiales no mineralizados / que se interestratifican en el conjunto, que genéricamente se denominó manto u horizonte y en particular se analiza en detalle, las relaciones entre los elementos que generaran las variaciones entre la mineralización de interés y los componentes de "ganga" o contaminantes, parámetros importantes en la definición de la factibilidad de su aprovechamiento, / así como los volúmenes de estériles que suprayacen a los niveles hematizados y la disposición estructural que condiciona las variaciones de rumbo e inclinación y la actual configuración topográfica.

En la consideración de la potencia de la mena, debe tenerse en cuenta los espesores totales que contemplan los niveles mineralizados, ubicados en la Formación Lipeón, que incluye sectores de muy bajas leyes y los espesores de mayor hematización que configuran potencia / menores, pero de mayor ley, emplazados dentro de aquellos.

Como se aprecia en los gráficos de las columnas detalladas de los mantos ferríferos I y II y en la planilla de resumen de datos, (Planilla II) varían entre 1,45 y 12 m. de espesor.

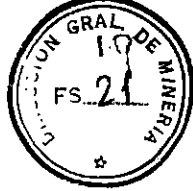
Los mantos ferríferos se presentan en los afloramientos en estratos de formas tabulares, lenticulares o raramente en artesa (arroyo Las Cañas), en número y espesor variables; los últimos oscilan entre 8 / cm y mayores de 1 metro.

Los contactos entre estratos fuertemente hematíticos y de textura arenosa mediana a gruesa suelen ser rectos, cuando la relación es / entre estratos hematíticos con chamosíticos y pelíticos, las superficies son irregulares debidas a causas mecánicas o/a fuerte bioturbación. En / secuencias arenosas finas y pelíticas se observan contactos ondulados y rectos.

Los colores de los mantos ferríferos varían entre rojo grisáceo, rojo borravino y rojo verdoso oscuro.

Las estructuras sedimentarias mecánicas presentes son laminación flaser poco marcada, laminación paralela y laminación lenticular; / menos comunes son los entrecruzamientos, ondulitas y gradación y quizás lo más frecuente sean los estratos macizos.

Las estructuras sedimentarias químicas son nódulos o concreciones, cuyos tamaños son muy variables (1,5 cm a 10 cm) al igual que su / composición. Existen nódulos de chamosita, de siderita, de chamosita con núcleo de pirita y también "huecos". Hasta el momento las concreciones a nalizadas resultaron estériles en contenido fosilífero, no obstante, en otros sectores de la cuenca ferrífera son portadores de diversos restos o de organismos completos.



Asociado al manto ferrífero II y en rocas situadas por encima y debajo de dicho manto, en muchos de los perfiles relevados se hallaron numerosas trazas fósiles con posiciones paralelas, diagonales y perpendiculares a la estratificación, confirmando al manto y a las rocas portadoras colindantes aspecto moteado. Entre las trazas fósiles reconocidas tenemos: Zoophycos, Skolithus y Chondrites.

#### Via.- COMPONENTES TEXTURALES Y MINERALOGICOS

El análisis de la composición mineralógica de la mena, ha sido realizada mediante el estudio de secciones delgadas, con luz transmitida y en ciertos casos con luz conosópica, por lo que cabe la posibilidad de detectar nuevos minerales con empleos de técnicas como Rayos X, Microsonda y Microscópio electrónico.

Las determinaciones porcentuales cualitativas fueron realizadas con las tablas de comparación visual de Terry y Chillingar (1955).

Los elementos texturales de ambos mantos ferríferos son agrupados en extracuencales y en intracuencales, dependiendo para ello si su formación tuvo origen afuera o dentro de la cuenca de sedimentación.

Entre los extracuencales, el cuarzo es el más abundante, llega en algunos tipos litológicos a ser el constituyente dominante. Se presenta en diversos tamaños, desde arena muy gruesa a limo fino, con variados grados de redondeamiento, esfericidad y extinción; en algunos individuos se observan inclusiones de agujas de rutilo, cristallitos de apatito, circón y turmalina, asociadas o no con vacuolas con o sin // orientación.

La muscovita le sigue en abundancia al cuarzo; se presenta en laminillas y tábulas, la mayoría de las veces isocorientadas, conformando láminas o, en granos aislados rodeando a los elementos del esqueleto; también se presenta como pajuelas constituyendo la matriz. El porcentaje de muscovita llega a un máximo de 20%.

La biotita se presenta del mismo modo que la muscovita, en muy pocas veces se observaron tábulas; en porcentajes inferiores al 5%, muchas veces aparece desferrizada o también alterada en clorita.

///



Los tamaños entre 300 y 700 micrones son los más comunes. El porcentaje de oolitas puede ser elevado en las muestras (30%) como para generar un tipo litológico, aunque la mayoría de las veces aparecen subordinadas a los peloides, granos de chamosita y al cuarzo.

Peloides: son granos de hematita de tamaño arena sin textura interna reconocible, con formas generalmente esféricas o elipsoidales, que fueron transportados y seleccionados antes del depósito; generalmente aparecen asociados a granos de cuarzo y chamosita; por su frecuencia llega a constituir tipos litológicos o/a adjetivizarlos cuando están subordinados.

Intraclastos: son fragmentos de sedimento penecontemporáneo producido por erosión dentro de la cuenca, transportado y redepositado. Genéticamente son similares a las oolitas, peloides y granos de chamosita, se los diferenció de ellos en función de su forma, tamaño y composición. La mayoría son de tamaño arena gruesa-sábulo y están compuestos por varios elementos, cuarzo, chamosita, mica y hematita.

Una variedad de intraclasto es el denominado lumps, su diferencia radica en que los elementos involucrados son aloquímicos con una estructura envolvente.

Los intraclastos "sensu stricto" como se consideran aquí, no superan el 3% del porcentaje total.

Bioclastos: son componentes minoritarios (menos del 1%), corresponden a restos indeterminables de fósiles, generalmente partes de conchillas fosfáticas que muestran reemplazamientos en grado variable por chert.

Matriz: es el material detrítico inferior a 62 micrones que se dispone entre los intersticios de los granos del esqueleto. Está constituida / generalmente por una mezcla en proporciones variables de arcilla chamossítica, cuarzo limoso y pajuelas de micas; en pocos tipos litológicos la matriz está constituida exclusivamente por chamosita arcillosa. Se la observa con variados grados de hematitización y reemplazamiento por sílice chertzosa. Su porcentaje oscila entre menos del 10% a un 40%.



Otros componentes extracuencales, que por su presencia se / incluyen como minoritarios (alrededor del 1%) son: plagioclasa, turmalina, circón, apatito, opacos y litoclastos.

Los componentes intracuencales del esqueleto, fundamentales son:

Granos de Chamosita: corresponden a fragmentos de sedimento penecontemporáneo producido por erosión dentro de la cuenca sedimentaria, transportado y redepositado; tienen formas subiguales, elípticas, contorsionadas y vermiformes, sus bordes son redondeados o angulosos, de tamaño variables entre arena fina y excepcionalmente arena muy gruesa. Poseen variado grado de hematización por lo que su color es cambiante entre verde claro y rojo verdoso oscuro; en muestras de mano, a los individuos con oxidación relativamente alta, se los llega a confundir con / peloides y también con oolitas. En algunos tipos litológicos debido a su abundancia, llegan a nominarlos (20-40%) o/a adjetivizarlos (10 - 15%).

Oolitas: son granos revestidos, compuestos de un núcleo y delgadas capas envolventes laminadas concéntricamente. Cualquier componente detrítico / puede ser su núcleo, entre los más comunes hay chamosita, peloides, cuarzo, minerales pesados y bioclastos. Hay una gran variedad de tipos de / oolitas en función de la composición, forma y cantidad de capas envolventes. En cuanto a la composición, hay de chamosita, de hematita, de mezclas de ambos componentes; menos comunes son las oolitas; que muestran reemplazamientos en las capas de chamosita original por chert y por siderita.

Respecto a su forma, se han observado perfectamente esféricas (circulares) elipsoidales y menos frecuentes fusiformes (incipientes).

El número de capas envolventes puede ser una sola, dándonos oolitas superficiales, o más de una, que es el caso más común denominadas oolitas multicapas o en capas de cebolla. El crecimiento de las capas / puede ser simétrico o asimétrico con respecto a su núcleo.



Cemento: los materiales cementantes suele ser: hematita roja, siderita microcristalina y subsépática y sílice chertzosa.

Vib.- PETROGRAFIA: DESCRIPCION DE LOS TIPOS LITOLÓGICOS

Los elementos minerales descritos en páginas anteriores generan en sus variaciones de textura y composición, diferentes tipos litológicos, los que se numeran en la última columna de los gráficos detallados de los mantos ferríferos, y también son la causa / de las variaciones en los contenidos de hematita (penúltima columna de los mismos gráficos).

Resulta conveniente definir al estrato ferrífero y por consiguiente un manto ferrífero.

Cualquier roca sedimentaria que posea un contenido superior al 15% en hierro es una roca ferrífera. Un manto ferrífero es un depósito formado por una asociación de estratos ferríferos. Por las definiciones apuntadas es que se discrepó con investigadores anteriores / en el tipo de muestreo y de muestras recogidas.

Por otra parte, los tipos litológicos pueden corresponder / individualmente a un estrato, pero la mayoría de las veces se observó tanto en el campo como al microscópio, que los estratos están formados por más de un tipo litológico y por consiguiente por más de un mineral de hierro con variaciones texturales y de porcentajes; ejemplo de ello son intercalaciones laminares y lenticulares chamosíticas de color verde dentro de estratos hematíticos de color rojo; de igual modo, concreciones, láminas y lentes de siderita se relacionan con chamosita y hematita.

Tipo litológico 1: Limolita ferruginosa (gráfico 24 )

Los estratos, láminas y lentes pertenecientes a este tipo / litológico consisten de clastos de cuarzo anguloso-subanguloso, en tamaños entre 0,50 y 0,03 mm, con bordes corroídos por el cemento y/o / por la matriz. Completan la composición mineralógica laminillas isocorrientadas de muscovita y biotita, que confieren laminación a los es-

///

tratos. Partículas de circón y turmalina son componentes accesorios. El cemento es hematita en un porcentaje cercano al 15%, se la encuentra acompañada por chert.

En situaciones de pasaje transicional a otros tipos litológicos suelen encontrarse, en porcentajes mínimos, aproximadamente 5%, granos de chamosita y peloides en tamaño arena fina.

El contenido semicualitativo de hematita oscila entre un 10% y 20%.

2

Tipo litológico 2: Hematita peloidal arenosa (gráfico 27)

Este tipo litológico se presenta en estratos tabulares y / lenticulares generalmente en espesor mediano, de color rojo oscuro, macizos o más raramente entrecruzados; en cambio si los estratos están formados por mezcla con otros tipos litológicos serán laminados o con estructura lenticular.

La textura predominante es arenosa mediana, menos comunes son arenosa gruesa y fina.

Están compuestos por peloides con moderada a buena selección y grado de redondez, de formas circulares y elipsoidales, de tamaño arena mediana, en un porcentaje que varía entre 35 y 80%, aunque 40% es lo más frecuente. Están acompañados por clastos de cuarzo en tamaños arena fina, limo y menos comúnmente arena mediana y gruesa, en un porcentaje entre 20 y 40%.

Completan la mineralogía, porcentajes muy variables siempre inferiores al 10% conformado por granos de chamosita con grados de hematización avanzado, laminillas y pajuelas de muscovita a la que se subordina la biotita; escasísimas oolitas multicapas y superficiales con núcleos de peloides, bioclastos chertizados, intraclastos de hematita-cuarzo y turmalina.

El contacto entre los granos es puntual y tangencial e inclusive en algunas muestras no existe.

La matriz siempre es inferior al 15%, está compuesta por la asociación chamosita arcillosa, cuarzo limoso y pajuelas de micas.

El cemento es hematita, la que se presenta en proporciones bajas y distribución heterogénea, aparece acompañada por sílice chertzosa y raramente por megacuarzo.

El contenido porcentual semicualitativo en hematita varía entre un máximo de 45% para los especímenes puros, a un 30% en los estratos con mucha mezcla chamosítica.

3

Tipo litológico 4: Arenisca hematítica (gráfico 28 )

Este tipo litológico se presenta en estratos tabulares / gruesos y medianos, macizos o con débil lamiración flaser; también en estratos entrecruzados en artesa; son de color rojo moderado a / rojo naranja, de textura mediana y eventualmente fina. Puede presentarse interlaminado con el tipo litológico 2.

Al microscópio se observa que los componentes extracuencales superan en abundancia a los intracuencales. Entre los primeros, los granos de cuarzo son mayoritarios (hasta un 80%), en tamaños variables entre arena muy fina a muy gruesa, con predominio de los / granos finos.

Le siguen en abundancia (3 a 15%), láminas y pajuelas de muscovita, granos de chamosita (3%) con leve oxidación peloides (3%), colitas multicapas (5%) con núcleos de granos de chamosita y peloides, todos en tamaño arena mediana. Los componentes minoritarios son bioclastos, apatita, turmalina, intraclastos de hematita-cuarzo y circón.

La matriz siempre es inferior al 10%, está compuesta de arcilla chamosítica acompañada por cuarzo limoso, suele aparecer oxidada por sectores.

Los materiales cementantes son hematita, sílice chertzosa / o de crecimiento secundario y siderita. La hematita y siderita producen corrosión a los granos detríticos.

En algunas muestras pertenecientes a este tipo litológico se observan parchas ortocuarcíticas por cementación de sílice / secundaria.

El porcentaje semicualitativo en hematita oscila entre / 15 y 35%.

4

Tipo litológico 5: Hematita peloidal (gráfico 20)

Al igual que el tipo litológico anterior está poco representado en las secuencias de los mantos ferríferos.

Los estratos que lo contienen son tabulares y en artesa, laminados y macizos, de color rojo oscuro y textura arenosa mediana.

Microscópicamente se observa que los componentes intracuencales predominan sobre los extracuencales. Entre los minerales intracuencales los granos peloidales (hasta 80%) son los componentes mayoritarios; se presentan en tamaño arena mediana a gruesa, / con buena selección, en formas esféricas y subsféricas.

En el porcentaje restante se encuentran granos de cuarzo (de 10 a 20%) en tamaño arena mediana a muy fina, laminillas de mica (3%) con folias hinchadas por la penetración de la hematita, con tornean a los granos peloidales; granos de chamosita (7%) en tamaño arena muy fina, con avanzado grado de hematitización y, excepcionales restos de conchillas fosfáticas chertizadas.

La matriz es inferior al 10%, de naturaleza chamosítica, / se encuentra muy hematitizada y mezclada con calcedonia chert.

Entre los materiales cementantes son importantes la sílice como chert y la hematita.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita / para este tipo litológico son los más altos que se pueden observar / en los mantos ferríferos, llegan a un 50% y nunca son inferiores al 40%.

///

Tipo litológico 8: Wacke chamosítica oolítica (gráfico 29)

Los estratos formados de este tipo litológico suelen ser tabulares, con laminación débil o contienen concreciones; de textura arenosa mediana y fina; el color característico es el verde oliva grisáceo; en general son compactos.

Vistas al microscopio, los componentes intracuencales son más abundantes que los extracuencales; estos últimos corresponden mayoritariamente a granos de cuarzo (10 a 40%), en tamaños arena fina-muy fina, mediana y excepcionales de arena gruesa, angulosos y subangulosos, solo los de tamaño arena mediana y gruesa alcanzan el redondeamiento; tienen extinción ondulante débil y fuerte predominante; / en algunos individuos se detectaron inclusiones de agujas de rutilo, cristales de apatita, turmalina y circón.

Los otros componentes extracuencales son: muscovita y biotita en laminillas y pajas, en porcentajes entre 1 y 10%; granos de circón, turmalina, opacos y apatita, de tamaño arena fina con algún grado de redondeamiento. Excepcionalmente se hallaron litoclastos de cuarcitas finas bien redondeados.

Los componentes intracuencales son: chamosita, en tamaño / arena gruesa, mediana y fina, con formas circulares, ovoidales y menos común fusiformes, sumados alcanzan el 50%, aunque individualmente varían entre 5 y 40%. Están acompañados por granos peloidales de tamaño arena mediana y fina en porcentaje variable entre 0% y 15%, / son circulares y elípticos.

Completan la mineralogía de elementos intracuencales, porcentajes ínfimos de intraclastos cuarzo-chamosita, granos de fosfatos y eventuales fragmentos de conchillas fosfáticas con reemplazamiento casi total por sílice autigénica.

En la mayoría de las muestras analizadas no existe contacto entre los granos o este es puntual.

La matriz siempre es superior al 15%; alcanza valores extremos de 35%; está constituida por la asociación mineral chamosita

arcillosa, cuarzo limoso y pajas de muscovita, su color es verde pálido.

El material cementante suele ser hematita roja escarlata y siderita granular o cristalina fina; la mayoría de las veces oxidada; ambos materiales tienen una distribución heterogénea y / no alcanzan a ser componentes importantes de las muestras.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita varían entre 10 y 20%.

Tipo litológico 9: Wacke peloidal hematítica-chamosítica  
(gráfico <sup>6</sup> 12 )

Este tipo litológico es uno de los más frecuentes en el distrito ferrífero Unchimé, tanto es así que algunos afloramientos naturales y trincheras están formados casi exclusivamente por este tipo litológico.

Los estratos son tabulares y lenticulares, portan láminas, lentes e intercalaciones de otros tipos litológicos. Son de textura mediana, fina y ocasionalmente gruesa, con variado grado de compactación. El color predominante es rojo grisáceo a rojo verdoso.

La observación microscópica permite apreciar una asociación mineral intra y extracuenal, con mala a moderada selección, sin contacto entre los granos o de tipo puntual.

Entre los minerales extracuenales predomina el cuarzo, / con porcentaje más frecuente de 20%, en tamaños desde arena fina - muy fina a muy gruesa, en individuos mono y policristalinos, con variados grados de redondez, donde los tamaños mayores tienen mejores grados de redondeamiento; poseen extinción ondulante fuerte predominante, sus bordes corroídos por la matriz chamosítica. Otras características son sombras de deformación y las inclusiones de agujas de rutilo.

En algunos cortes se individualizaron granos de plagioclasas fresca y levemente alteradas a sericita y caolinita. Completan los minerales extracuenales, láminas y tábulas de muscovita,

con biotita subordinada, ambas micas suman 10%, granos de circón, turmalina y opacos en tamaños arena fina-muy fina y eventuales litoclastos pelíticos y arenosos.

Entre los minerales intracuencales predominan los granos peloidales, de allí la adjetivización del tipo litológico, su porcentaje varía entre 20 y 40%, su tamaño varía entre arena fina y gruesa, siendo más frecuentes en tamaño arena mediana, de formas circulares, ovoidales y vermiformes. Le siguen en abundancia, granos de chamosita (entre 5 y 30%), con variado grado de hematización y chertización, de formas y tamaños similares a los peloidales, luego las oolitas (0 a 15%), más frecuentemente en un 3%, de formas circulares, ovoidales y ahusadas, en tamaños arena mediana y gruesa, son multicapas y superficiales, con núcleos y capas con diversos grados de hematización y chertización, hay también oolitas multicapas compuestas enteramente por chamosita.

Otros componentes detríticos intracuencales participan minoritariamente (1%), ellos son: lumps de oolitas múltiples y / granos de chamosita, en matriz chamosítica, intraclastos de chamosita-cuarzo y mica con o sin cemento hematítico, bioclastos chertizados y granos dudosamente asignados a glauconita.

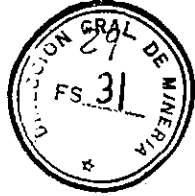
La matriz siempre es superior al 15%, llega al valor extremo de 40%. Está compuesta por la asociación arcilla chamosita, cuarzo limoso y pajuelas de muscovita y biotita, por sectores y / en algunos cortes muestra variado grado de hematización y chertización, y algún grado de fluencia por presión.

Como cemento se encuentran hematita roja escarlata y sílice chertzosa, ninguno de los dos se dispone homogéneamente en las secciones.

El contenido semicualitativo en hematita generalmente / es de 20% y en los casos de mezcla con el tipo litológico 2 llega a un valor extremo de 40%.

///





7

22 )

Tipo litológico 10: Wacke chamosítica (gráfico 22)

Alcanza una mediana representación en las columnas de los mantos ferríferos.

Las muestras de este tipo litológico se caracterizan megascópicamente por presentarse asociadas con otros tipos litológicos a través de láminas discontinuas irregulares de tipo flaser o lenticular revelando una génesis de régimen de óndula; pocas veces conforma estratos macizos de espesor respetable. Es muy característica su baja selección, dada por una gran variedad de tamaños componentes, desde arcilla a sábulos. Son compactas a semicompactas, con fractura astillosa y hojosa, de color verde con tonalidades rojizas, grisáceas y oliva.

Vistas al microscópio se observa que los componentes extracuencales aparecen subordinados en porcentajes a los intracuencales. Dentro de los primeros, el cuarzo es el componente principal, generalmente en un 30%, se presenta en distintos tamaños desde arena fina a muy gruesa y también en la matriz como limo, lo más frecuente es que sean granos de tamaño arena fina, poseen inclusiones de procedencia plutónica como agujas de rutilo, cristalitas de apatito y circón, otros tienen numerosas vacuolas, también se observaron individuos con crecimiento secundario y escasos granos policristalinos.

Los otros componentes extracuencales son eventuales granos de plagioclasa en tamaños iguales al cuarzo, frescas o alteradas y calcitizadas, laminillas de muscovita y biotita que sumadas pueden llegar al 7%, con o sin orientación; con escasos granos finos de / turmalina y circón (1%).

Entre los componentes intracuencales son mayoritarios los granos de chamosita (hasta 30%) que se presentan en un intervalo granulométrico muy amplio, desde arena mediana hasta sábulo, aunque más frecuente sean de 300 y 350 micrones; sus ejes mayores a veces muestran isorientación paralela a la laminación. Muchos individuos tienen oxidación y chertización total o parcial.



con biotita subordinada, ambas micas suman 10%, granos de circón, turmalina y opacos en tamaños arena fina-muy fina y eventuales litoclastos pelíticos y arenosos.

Entre los minerales intracuencales predominan los granos peloidales, de allí la adjetivización del tipo litológico, su porcentaje varía entre 20 y 40%, su tamaño varía entre arena fina y gruesa, siendo más frecuentes en tamaño arena mediana, de formas circulares, ovoidales y vermiformes. Le siguen en abundancia, granos de chamosita (entre 5 y 30%), con variado grado de hematización y chertización, de formas y tamaños similares a los peloidales, luego las oolitas (0 a 15%), más frecuentemente en un 3%, de formas circulares, ovoidales y ahusadas, en tamaños arena mediana y gruesa, son multicapas y superficiales, con núcleos y capas con diversos grados de hematización y chertización, hay también oolitas multicapas compuestas enteramente por chamosita.

Otros componentes detríticos intracuencales participan minoritariamente (1%), ellos son: lumps de oolitas múltiples y / granos de chamosita, en matriz chamosítica, intraclastos de chamosita-cuarzo y mica con o sin cemento hematítico, bioclastos chertizados y granos dudosamente asignados a glauconita.

La matriz siempre es superior al 15%, llega al valor extremo de 40%. Está compuesta por la asociación arcilla chamosita, cuarzo limoso y pajuelas de muscovita y biotita, por sectores y / en algunos cortes muestra variado grado de hematización y chertización, y algún grado de fluencia por presión.

Como cemento se encuentran hematita roja escarlata y sílice chertosa, ninguno de los dos se dispone homogéneamente en las secciones.

El contenido semicualitativo en hematita generalmente / es de 20% y en los casos de mezcla con el tipo litológico 2 llega a un valor extremo de 40%.

///

Los granos de chamosita aparecen acompañados por cantidades variables de peloides (0 a 15%), oolitas (0 a 5%) con estructura capa de cebolla y de composición chamosita pura o con núcleos de peloides, o son superficiales con granos de chamosita o granos de intraclastos chamosita-cuarzo como núcleo.

Los intraclastos (0-5%) tienen tamaño arena mediana a gruesa, están bien redondeados y están compuestos de chamosita-cuarzo.

Los bioclastos son muy escasos (menos del 1%), generalmente son restos de conchillas fosfáticas chertizadas.

Raramente se observó, en dos muestras, hasta un 5% de granos de glauconita en tamaño arena mediana y bien redondeados.

La matriz siempre es superior al 15%, muestra distribución heterogénea y leve oxidación, su composición es chamosita en fracción arcilla, cuarzo limoso y pajuelas de muscovita, suele penetrar los bordes de los granos de la fábrica.

Como materiales cementantes se encuentran en orden de abundancia: hematita, siderita grumosa y microcristalina a cristalina fina en cristales rómbicos perfectos con sus bordes oxidados o todo el individuo, sílice microcristalina y menos comúnmente megacuarzo.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita / son bajos, generalmente 10% y menos.

Tipo litológico 11: Arenita cuarzo-chamosítica (gráfico <sup>8</sup> 30)

Este tipo litológico está muy poco representado en el distrito ferrífero Unchámé. Se presenta en estratos finos, macizos o laminados, con fractura irregular, de color gris verdoso, textura fina a mediana, mal seleccionado, con abundancia de minerales micáceos que le confieren brillo; también se los observa interlaminados con otros tipos litológicos.

Vistas al microscopio, los minerales extracuencales superan a los intracuencales. Entre los extracuencales, el cuarzo llega a constituir el 65% de la roca, en tamaños variables entre sábulo y arena fina



aunque predominantemente son de arena fina. Los de tamaño arena muy gruesa siempre están muy bien redondeados, con alta circularidad, / muestran extinción fragmentosa a ondulante fuerte, en otros se observan sombras de deformación y, en otros, segregación. Algunos individuos tienen inclusiones de agujas de rutilo y otros vacuolas.

La muscovita y la biotita se presentan como laminillas y menos comúnmente como tábulas; suelen estar isocorientadas y juntas alcanzan 7% como máximo.

Son accesorios extracuencuales (1%), granos finos de circón, turmalina, apatita, plagioclasas frescas y alteradas.

Entre los minerales intracuencuales, los granos de chamosita alcanzan 10%, se presenta en tamaños de 250 - 300 micrones, / bien redondeados, con formas esféricas y elipsoidales, muestran / reemplazamientos hematítico y chertoso variable.

Los granos paloidales están subordinados a los granos de chamosita, en algunas muestras faltan; se presentan en tamaño arena mediana y con las mismas características morfológicas que los granos de chamosita.

Son accesorios intracuencuales, oolitas multicapas de chamosita, bioclastos fosfáticos chertizados.

La matriz es inferior al 15%, muestra distribución heterogénea, compuesta por chamosita arcillosa, cuarzo limoso y pajueles de muscovita, con poca oxidación y algún grado de reemplazamiento por chert.

Los materiales cementantes son sílice como cuarzo de crecimiento autigenico logrando parches ortocuarcíticos y también como chert; en algunas muestras hay hematita pulverulenta.

El porcentaje semicualitativo en hematita de este tipo litológico es bajo, no supera el 15%.



Tipo litológico 12: Limowacks arenosa cuarzo-mica-chamosita  
(gráfico 9 )

Las muestras de este tipo litológico se caracterizan por ser compactas, con fractura astillosa, de color verde oliva grisáceo, con laminación muy fina discontinua. Se presenta en estratos finos y medianos.

Al microscopio se observa que prevalecen levemente los minerales extracuencales sobre los intracuencales. El cuarzo en tamaño limo es el mineral principal, llega a un 65%, es acompañado / por porcentajes bajos de cuarzo tamaño arena fina y mediana.

Entre los minerales micáceos, la muscovita supera en abundancia a la biotita, juntas llegan a un porcentaje máximo de 15%.

Cantidades minoritarias de plagioclasa, circón, apatita y turmalina completan los minerales extracuencales.

Los minerales intracuencales sumados llegan al 40%, fundamentalmente son granos de chamosita (5 a 20%), en tamaño arena / mediana, bien redondeados, circulares, elipsoidales y vermiformes; las formas ahusadas son angulosas. Muestran oxidación y chertización variable. En algunas muestras son acompañadas por oolitas multicapas de chamosita.

La matriz está constituida exclusivamente por arcilla / chamosita, en porcentajes superior al 15%, algunas veces llega al 40%.

El cemento hematítico es escaso, 15% como máximo, aparece por sectores o forma delgadas películas, en pocas ocasiones está asociado con cuarzo chertoso.

El contenido porcentual semicualitativo en hematita varía entre 1 y 15%.

Tipo litológico 13: Chamosita siderítica (gráfico 10 )

Este tipo litológico está poco representado dentro de las

///



secuencias que forman los mantos ferríferos. Se caracteriza por conformar estratos finos y medianos, macizos o débilmente laminados; lo constituyen rocas compactas, de color marrón con tonalidades amarillas oscuras; de textura pelítica o arenosa fina y micáceas.

Vistas al microscópio, existe un leve predominio de / los materiales intracuencales sobre los extracuencales.

Los minerales extracuencales son granos finos, y escasos medianos y gruesos de cuarzo, angulosos y subangulosos, su porcentaje oscila entre 15% y 40%. Láminas y tábulas de muscovita y biotita con bordes deflecados, juntas alcanzan a un 5% como máximo. Completan los extracuencales escasísimas plagioclasas y circón.

Los minerales intracuencales del esqueleto de la roca son escasos; entre ellos se destacan granos de chamosita (hasta 10%), angulosos, ahusados, elongados, con signos de poco retrabajamiento, en tamaños arena fina y mediana, muestran chertización en grado variable; el resto son escasos granos de peloides y colitas.

La matriz llega hasta un 60%, conformada por fango / chamosítico y partículas de cuarzo anguloso de tamaño limo, o también, por chamosita sola.

El cemento es siderita en grumos y cristales diminutos, romboédricos, bastante o levemente oxidados, distribuida homogéneamente y en cantidad apreciable.

El contenido porcentual semicualitativo en hematita es muy bajo apenas un 5%.

#### Tipo litológico 14: Arcilita chamosítica (gráfico 11 )

Son rocas compactas, macizas o con láminas flaser discontinuas y lentes pequeños, de colores rojizos y grisáceos, de textura pelítica.



Microscópicamente se observa que predominan los elementos intracuencuales sobre los extracuencuales, mediante una relación alta.

Los minerales intracuencuales de tamaño arena, en conjunto apenas alcanzan un 35%. Entre ellos, los granos de chamosita / son los más representados, llegan a constituir el 20%; con formas circulares y ovoidales, muestran reemplazamiento en grado variable por hematita y por chert.

Los peloides, las oolitas multicapas y superficiales y los granos de glauconita, en tamaño arena mediana constituyen porcentajes menores al 10%.

Componentes minoritarios intracuencuales: granos de lumps, intraclastos de hematita-cuarzo y de chamosita-cuarzo.

Entre los minerales extracuencuales, el cuarzo es el más abundante con hasta un 20%, se presenta generalmente en tamaño limo y menos comúnmente en granos de tamaño arena fina a muy gruesa.

Porcentajes bajos de minerales micáceos (5%) en donde predomina la muscovita sobre la biotita o viceversa, a los que deben agregarse los componentes minoritarios como granos de circón, opacos y turmalina, completan los componentes <sup>ex</sup> intracuencuales en tamaño arena.

Este tipo litológico es fango soporte, por lo que los granos mencionados anteriormente flotan en él, de constitución chamosita arcillosa, algunas veces acompañado por partículas de cuarzo anguloso.

El material cementante predominante es siderita, que se presenta en cristales diminutos o en grumos, con oxidación variable. Es acompañado por sílice chertzosa.

El contenido semicualitativo en hematita de este tipo litológico es muy bajo, llega al 10% máximo y, está dado fundamentalmente por la presencia de los granos de peloides.



Tipo litológico 17: Limonacke cuarzosa (gráfico <sup>12</sup>)

Este tipo litológico constituye la transición a las sedimentitas de la Formación Lipéon. Se presenta en estratos finos, generalmente tabulares, con laminación muy fina dada por abundancia de minerales micáceos que se ubican paralelamente a la estratificación, generalmente están bioturbados; el color característico es / gris verdoso oscuro. También se presenta asociado intimamente con los tipos litológicos 9 y 10.

La textura es clástica fango soporte; está compuesta por cuarzo (hasta 80%) en tamaño limo, anguloso y subanguloso y por escasos granos de tamaño arena fina; muscovita en láminas grandes y laminillas; por sectores isoorientados, mientras que la biotita / aparece cloritizada; juntas alcanzan al 15%.

Son componentes extracuencales minoritarios (1%): granos de plagioclasas de tipo ácida, frescas y angulosas; circón, turmalina y opacos.

Entre los escasos granos intracuencales se encuentran granos de chamosita (hasta 20%), en tamaño arena mediana y sin presentar hematitización; peloides (5%) y oolitas (1%); completan los minerales intracuencales, restos fosfáticos indeterminables, intraclastos de chamosita-cuarzo y lumps.

La matriz es arcilla chamosita-clorita en más del 15%.

El material cementante es siderita en cristales diminutos, oxidados, se presenta formando grumos o en individuos aislados; también se observa limolita, chert y escasa hematita epigénica.

El contenido porcentual semicualitativo de hematita llega a un 5% máximo.

Tipo litológico 19: Siderita limo-cuarzosa (gráfico <sup>13</sup> <sub>14</sub>)

Este tipo litológico está muy pobremente representado en las secuencias de los mantos ferríferos. Se caracteriza macroscópi-

///





camente por ser una roca compacta, maciza, de textura cristalina fina a mediana, de color gris verdoso oscuro a gris rojizo; se presenta en estratos finos o interlaminados con otros tipos litológicos como el / 10 y 13.

Vistas al microscópio, los materiales intracuencales superan en porcentaje a los materiales extracuencales. Entre éstos últimos, el cuarzo es mayoritario (20% máximo), se presenta fundamentalmente en tamaño limo, los granos de tamaño arena fina son muy escasos; tienen / formas angulosas a muy angulosas, con bordes corroídos por la siderita del cemento. Es acompañado por muscovita (7%) en laminillas y pajuelas levemente orientadas. Completan los minerales extracuencales, escasas plagioclasas (1%) en individuos alterados y frescos y, partículas de / turmalina subangulosa.

Entre los minerales intracuencales hay granos de chamosita / (5%), en tamaño arena mediana, totalmente reemplazado por siderita / (alquímico fantasma); oolitas de chamosita (1%) con el mismo tamaño y mineral reemplazante; intraclastos de chamosita sideritizada.

La siderita es el mineral cementante mayoritario, se presenta en forma de grumos pequeños y también como cristales subespáticos, dando parches de cristales de siderita. Por sectores es acompañada / por chert, y en otras oportunidades aparece oxidada.

El contenido porcentual semicualitativo en hematita de este tipo litológico llega a un 5% máximo.

15

Tipo litológico 20: Wacke chamosítica siderítica (gráfico 37)

Las muestras pertenecientes a este tipo litológico se presentan en estratos finos, tabulares, con láminas discontinuas, onduladas y paralelas; son compactas y de color rojo grisáceo. La textura es arenosa fina a muy fina, debido a ello, macroscópicamente sólo es posible reconocer cuarzo, muscovita y algunos granos de chamosita inmersos en una matriz superior al 15%, de naturaleza arcillosa y color verdoso obliterado por el cemento.

///



Al microscópio se observan granos de cuarzo (30 a 60%), / en tamaño arena fina, muy fina, angulosos y escasos redondeados. // presentan sus bordes corroídos por la matriz y/o el cemento; no hay tipo de extinción dominante. Algunos granos tienen inclusiones de / agujas de rutilo, cristales de turmalina, mientras que la mayoría / son lípidos.

Los feldespatos son escasos (3%) máximo; se trata de plagioclasas ácidas en individuos frescos y también alterados en calcita, con el mismo tamaño que el cuarzo.

Los minerales micáceos son muscovita y biotita, los que / juntos llegan al 5%. Se presentan en laminillas, pajuelas y escasas tábulas; la biotita aparece desferrizada. Completan los minerales / extracuencales, granos de circón, y turmalina, ambos en tamaño arena fina y subredondeados.

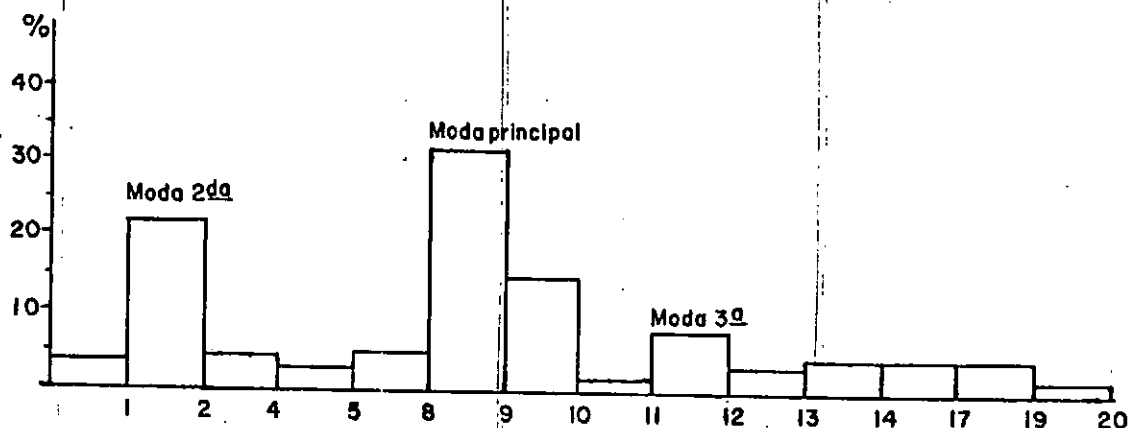
Entre los minerales intracuencales se hallan granos de chamosita (3 a 7%), de forma ovoidal, algo oxidados; peloides (3%) y oolitas (1%) de chamosita multicapa, todos en tamaño arena mediana.

La matriz es de naturaleza chamosítica arcillosa, algo oxidada, acompañada por cuarzo astilloso y pajuelas de muscovita; se encuentra en porcentajes superiores al 10%, como máximo 40%, presenta distribución uniforme por lo que los granos no están en contacto.

La siderita en cristales diminutos y grumos aparece oxidada; la sílice como cuarzo microcristalino y la calcita espática, en ese orden constituyen los materiales que actúan de cemento.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita / de este tipo litológico no superan el 15%.

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE TIPOS LITOLÓGICOS



En este gráfico se volcaron las frecuencias porcentuales / de todos los tipos litológicos que se encuentran en el distrito ferrífero Unchimé, para un total de 94 muestras. Del análisis se desprende que el tipo litológico 9 (wacke paloidal hematítica-chamosítica) es el más frecuente (31,2%) constituyendo la moda principal. Los tipos litológicos 2 y 12 con 22,8% y 7,2% respectivamente constituyen las modas secundarias más notables.

El tipo litológico 10 (wacke chamosítica) también logra una representación marcada con 14,4%, mientras que el resto de tipos litológicos no llegan al 5%, y en algunos casos no alcanzan al 1%.

Este histograma por lo tanto sirve para demostrar a primera vista que los mantos ferríferos I y II de Unchimé tienen contenidos porcentuales semicualitativos en hematita relativamente bajos; si recordamos que el tipo litológico 9 tiene 20-40%; el 10:10% y el 2: / 30-40% tenemos así una visualización inmediata de la ley promedio de los mantos ferríferos, a pesar de no expresarse los espesores de los estratos. Esto concuerda con los resultados obtenidos en los análisis químicos para la ley promedio.



Vic.- PROCESOS DIAGENETICOS

El estudio detallado de la mineralogía de los mantos ferríferos nos ha permitido establecer que posterior a su depósito, los minerales han sufrido cambios y transformaciones diagenéticas, cuyas características se expondrán más adelante.

Los relevamientos efectuados a las sedimentitas de la Formación Lipéon también permitieron constatar compuestos de hierro / diseminados en la secuencia, donde forman cuerpos concrecionales y lentes pequeños, que son de gran valor para la interpretación de / las condiciones físico-químicas y diagenéticas del ambiente de depósito.

Entre los procesos diagenéticos detectados en los mantos ferríferos el que tiene significación genética e importancia específica es el reemplazo de los silicatos de hierro (chamosita) por / óxidos de hierro (hematita) que se conoce como hematitización; ésta tiene lugar en los elementos de la fábrica como en los de la matriz y el cemento.

La hematitización puede ser producida en una etapa diagenética temprana y/o tardía, y puede afectar total o parcialmente a los componentes de la roca. Depende de varios factores reseñados / por Strakov (1967, 1969) a los que Bossi y Viramonte (1975) agregan lo que denominan "enriquecimiento diagenético por oxidación y remoción de sílice y otros", que a nuestro entender es uno de los más importantes que se registran en los mantos ferríferos de toda la cuenca del noroeste argentino y es el que conduce a las mejores leyes en hematita.

Por otra parte, pensamos que las condiciones hidrodinámicas, el carácter y la localización geográfica del sitio de formación y de depósito son factores de mayor importancia que la composición mineral original del sedimento.

La formación de granos de chamosita, oolitas de chamosita, intraclastos de chamosita-cuarzo y lumpes tiene lugar a partir / de arcilla coloidal rica en hierro bajo condiciones suavemente re-

///

ductoras.

La presencia de los mencionados granos aloquímicos con signos de oxidación leve, en una matriz sin oxidar, nos induce a pensar que existe una primera oxidación que se lleva a cabo en / el sitio de formación, en una etapa diagenética muy temprana. El grado de hematitización temprana que alcance el sedimento en el sitio de formación y el grado de hematitización tardía en el sitio de acumulación definitivo dependerá, entre otros factores, / de la energía mecánica del medio, del tiempo que dure el sedimen to sometido a retrabajamiento y del tipo de proceso diagenético que lo afecte. Por lo tanto se tendrán altos y bajos grados de / hematitización.

Si la energía mecánica es baja, los componentes extra- e intracuencales sufrirán poco grado de retrabajamiento, selec- ción y también baja hematitización temprana. Al factor energéti- co debe agregarse una relativa rápida velocidad de sedimentación. Como consecuencia de esta hematitización parcial, en los aflora- mientos se observarán pequeños lentes, láminas y motas de color verdoso dentro de las secuencias hematíticas.

En cambio, si el sedimento es sometido a fuerte energía mecánica y la velocidad de sedimentación es lenta, se tendrán se- dimentos altamente seleccionados, con componentes redondeados y contenidos porcentuales relativamente altos en hematita (40-55%); en concurrencia, los estratos se presentan con estructuras sedi- mentarias acordes a esos factores, en artesa y con entrecruzamien- tos tangenciales, son de textura arenosa mediana y los constitu- yen predominantemente granos peloidales; ejemplo de ello son los tipos litológicos 2, 4, 5, y 9.

El reemplazo de silicatos de hierro y de otros compo- nentes por la hematita es evidente que tuvo lugar con migración de sílice del sistema y rápida precipitación autigénica con pos- terioridad. Este tipo de reemplazamiento ya fue reconocido por Mortimer (1941) y por Bossi y Viramonte (1975). En nuestro caso, en numerosos cortes delgados de los tipos litológicos 2,4,5 y 9,

///



observamos que la hematita produce reemplazos en diversos granos / detríticos como cuarzo, muscovita y fosfato. En el caso de los granos de cuarzo con tamaño similar a los peloides y oolitas de hematita, presentan sus bordes corroídos y bandas de hematita que los atraviezan, otorgándoles una apariencia rayada roja y blanca.

En el caso de la muscovita, láminas y tábulas aparecen / con sus folias hinchadas por la penetración de la hematita y el / cuarzo diagenético.

Por otra parte se observa que la hematitización es selectiva granométricamente, ya que se aprecia que los materiales de la matriz son los primeros en oxidarse; esto se comprueba al ver granos de chamosita, oolitas de chamosita sin oxidar, granos de cuarzo, micas y accesorios en una matriz hematitizada, desde leve a total.

El aumento progresivo de la hematitización llevará a la generación de oolitas superficiales y múltiples con capas envolventes hematíticas, granos de chamosita con alto grado de hematitización e intraclastos con iguales características.

Cuando hay capas arenosas hematíticas intercaladas entre limoarcillitas y vaques finas chamosíticas, se requiere una rápida acumulación y además continua de las areniscas hematíticas por encima de un determinado espesor, para que la reducción no las afecte (García Ramos, 1980). Esta apreciación se constata cuando observamos que estratos hematíticos con buena ley tienen límites superior e inferior con tonalidades verdosas de hasta varios centímetros de espesor, como consecuencia de haber sido afectados por soluciones reductoras procedentes de los intervalos fangosos situados por encima y debajo; además intervienen organismos que remueven el sedimento.

Otro proceso diagenético que se observa con cierta frecuencia en algunos tipos litológicos de los mantos ferríferos es el reemplazo por microcuarzo y megacuarzo en distintos componentes de la roca.



El microcuarzo granular (chert) forma una fábrica xenomórfica, compuesta por cristales de tamaño micrométrico (menos / de 30 micras), que en sección delgada parecen tener formas irregulares, aunque estudios con microscopio electrónico llevados a cabo por Folk y Weaver (1952) y Zajac (1974) revelan formas poligonales.

Este tipo de cuarzo chertoso aparece generalmente asociado con los elementos de la matriz y con cierta frecuencia forma parte del reemplazo de granos de chamosita y bioclastos fosfáticos.

También el cuarzo aparece como calcedonia, cuyas fibras tienen crecimiento perpendicular a las paredes de los poros; esto se observa muy bien en los tipos litológicos 2 y 5, donde la sílice microcristalina que está en contacto con los granos de peloides es calcedonia, mientras que la que se encuentra en el centro del poro es chert; en otras oportunidades la calcedonia es el único material cementante.

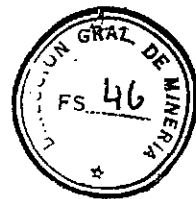
En algunas muestras de ciertos tipos litológicos se observan sobrecrecimientos secundarios de cuarzo; es así que varios granos de cuarzo detrítico redondeados han sido cementados por cuarzo diagenético que crece en continuidad óptica dando el aspecto de "parches cuarcíticos" a los sectores de la muestra donde se presenta.

La sideritización es otro proceso diagenético que se observa con relativa frecuencia en los perfiles del sector oriental de la parte sur de la cuenca ferrífera y en estratos situados en posición infra y suprayacentes al centro de la secuencia que componen los mantos ferríferos.

De modo muy llamativo, la siderita se presenta en sedimentitas con textura fina; llega a constituir un elevado porcentaje del total de la muestra como en los tipos litológicos 13, 14, 15, 16, 19 y 20.

La siderita se presenta como grumos diminutos, como mi-

///



microcristales disseminados o forma parches de cristales romboédricos asociados; menos común como macrocristales.

Cuando es microcristalina o grumosa puede aparecer con / distintos grados de oxidación, desde nula a total. Reemplaza a componentes de la fábrica y de la matriz.

Las relaciones de reemplazamiento de siderita por componentes de la fábrica y de la matriz quedan muy bien evidenciadas / cuando observamos textura incrustante de siderita microcristalina a subespática sobre granos aloquímicos como oolitas de chamosita / y/o hematita, granos de chamosita y peloides; o sobre detríticos / como cuarzo (microfotografía 9) y plagioclasa (microfotografía 20).

En los tipos litológicos 19 y 20 de las secciones arroyo Las Garzas y arroyo Mal Paso se han encontrado evidencias muy claras de reacciones de reducción de la hematita por siderita. Ello / consiste en la presencia de aloquímicos fantasmas (oolitas y granos) y nódulos sideríticos que engloban detríticos e intracuencales y / bancos de siderita; la siderita se presenta en cristales subespáticos en todas las circunstancias.

Las relaciones de reemplazamiento descritas arriba, a / las que se agrega el crecimiento de concreciones proveen la mejor / evidencia de reacciones diagenéticas.

El reemplazo de minerales conteniendo hierro ferroso por minerales férricos o viceversa son consideradas pruebas de oxidación y reducción (Dimroth 1976).

La decoloración que se observa en muchos estratos hematíticos y en los planos de estratificación es debida al reemplazamiento de la hematita por la chamosita y por siderita microgranular; / los límites entre las zonas de reemplazamiento cruzan las laminaciones sedimentarias.

Las reacciones de reducción en minerales diagenéticos muy tempranos: hematita pulverulenta - chamosita - siderita microgranular fueron producidas por la introducción de soluciones conteniendo agen

///



tes reductoras (probablemente sustancias orgánicas) dentro del sedimento; esto concuerda con lo expresado por Curtis y Spears (1968) y Sellwood (1971) en que la precipitación de la siderita tendría / lugar en el interior del sedimento rico en compuestos de hierro bajo condiciones reductoras, con bajas concentraciones de sulfuro, / elevada actividad de iones ferrosos y presencia de CO<sub>2</sub> liberado en la descomposición de la materia orgánica. En cambio las reacciones de oxidación son llevadas a cabo por infiltración de soluciones / oxidantes (Goodwin, 1956).

Evidencias petrográficas presentadas por Dimroth y Chauvel (1973) sugiere que intensas reacciones redox tienen lugar en los mantos ferríferos durante la diagénesis temprana; por otra parte, la intensidad de las reacciones redox disminuyen con el aumento de la litificación.

En pocas secciones de los mantos ferríferos hemos visto siderita macrocristalina. Estudios realizados por La Berge (1964) y French (1973) demuestran que la siderita es sensible a la recristalización; reemplazos de siderita microgranular a siderita macrogranuda es común.

En otras oportunidades hemos podido apreciar que, en muchos cortes delgados conteniendo siderita microgranular y grumosa, ésta aparece oxidada. El proceso de hematización mencionado, aparentemente es el último que se registra en los mantos ferríferos.

Otro proceso diagenético que se observa es la chamositización. Este proceso no se lleva a cabo de un mismo modo, ni presenta naturaleza homogénea, sino que tiene lugar en diferentes texturas y en distintas formas de granos componenciales. Pruebas de chamositización tenemos cuando granos de la fábrica como ser cuarzo y plagioclasas, o elementos de la matriz presentan sus bordes corroídos por la chamosita. Este proceso es aún más evidente, cuando granos peloidales sirven de núcleos a oolitas superficiales, cuya capa envolvente es chamosita, la que corroe a dicho núcleo.

Otras pruebas de cambios diagenéticos sufridos por los mantos ferríferos consisten en la deformación penecontemporánea del sedimento; evidenciada por líneas de flujo en la matriz chamosítica y por el acomodamiento de las micas al contorno de los granos de la fábrica.

Pruebas de compactación sufrida por los sedimentos cuando todavía estaban al estado plástico, durante etapas de diagénesis muy temprana, la tenemos al observar oolitas de chamosita aplastadas y con sus capas distorsionadas. Al respecto concordamos con lo expresado por Carozzi (1961), Sarkar (1973) y Dimroth y Chauvel (1973), en que los cambios de forma de las oolitas y su distorsión se producen por compactación diferencial.



VId.- COLUMNAS SEDIMENTO-ESTRATIGRAFICAS DE LOS MANTOS FERRIFEROS

BLOQUE LAS GARZAS

Se ubica en el extremo sudoriental del distrito. Integran este bloque los afloramientos del manto ferrifero II existentes en/ el arroyo Las Garzas y en Alto de Las Picazas.

ARROYO LAS GARZAS

Aflora en las nacientes de este arroyo al que corta en varias oportunidades, como consecuencia de que por sectores, el arroyo discurre por el rumbo de los estratos que es de 200º; buza 36º ESE. Se encuentra emplazado entre las sedimentitas pelíticas micáceas grises verdosas de la Formación Lipeón a la que pasa transicionalmente en techo y piso.

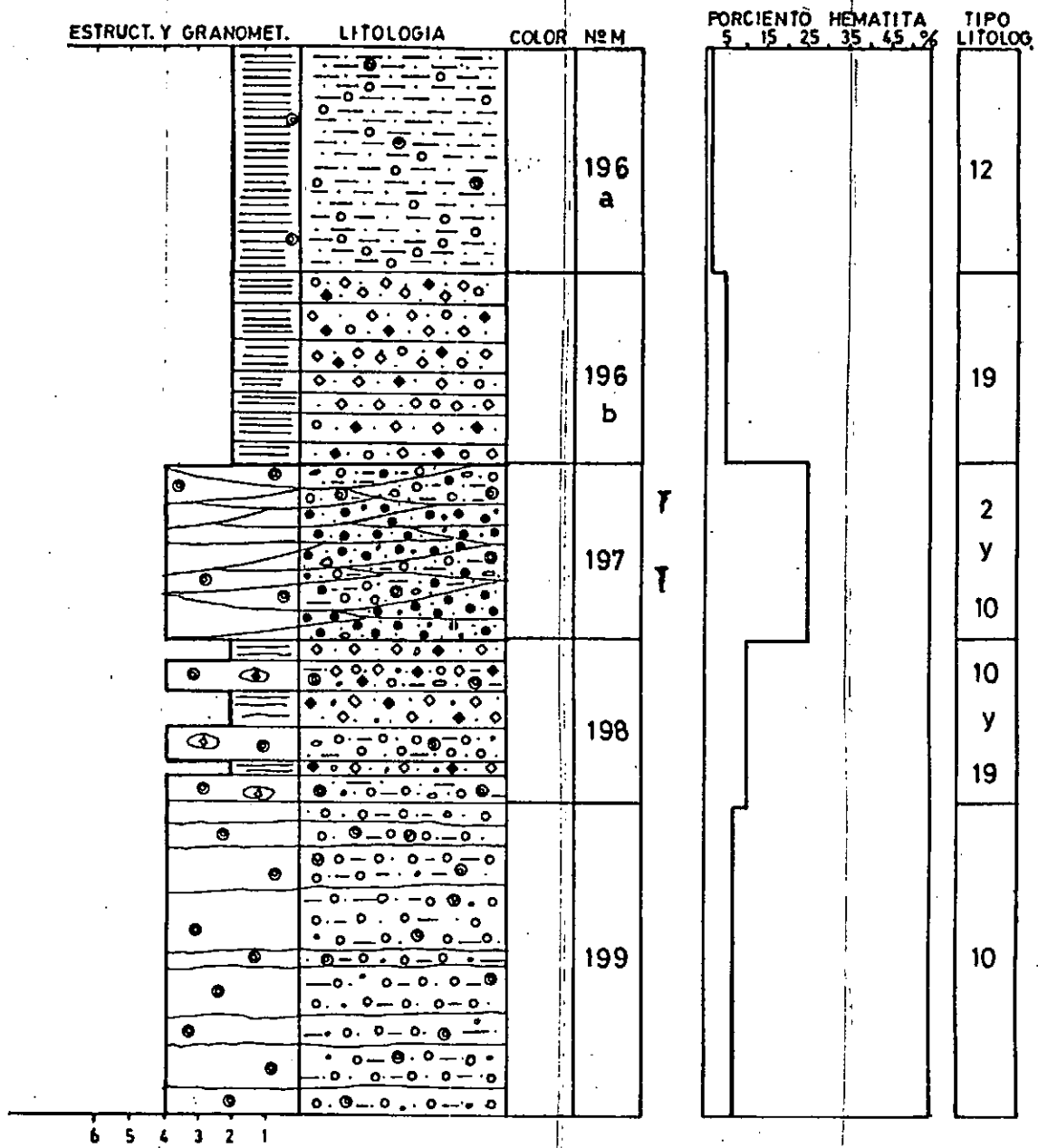
El manto tiene un espesor de 3,92 m y está constituido por un conjunto de estratos tabulares y lenticulares, medianos y finos / con planos de estratificación irregulares y rectos, los que portan / laminación paralela discontinua y algunas concreciones sideríticas.

Petrográficamente lo componen, en su mayoría, areniscas medianas chamosíticas (tipo litológico 10), con intercalaciones de areniscas medianas hematíticas (tipo litológico 2) y limolitas sideríticas (tipo litológico 19), estas últimas se hacen cada vez más frecuentes desde la mitad hacia el techo del manto.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita no superan el 35%; mientras que las leyes en hierro alcanzan valores de 28,10% (muestra nº 197) y 34,43% (muestra nº 199), para espesores de 0,65 m y 1,30 m respectivamente.



# MANTO FERRIFERO II "ARROYO LAS GARZAS"





### TRINCHERA ALTO LAS PICAZAS

Se sitúa en la vertiente occidental del cerro Alto Las Picazas, En esta zona el manto ferrífero II al igual que en otros sectores, está emplazado en las sedimentitas de la Formación Lipeón, con 3,79 metros de espesor.

Al manto lo constituyen estratos tabulares, medianos y finos, que portan laminación paralela y ondulosa poco definida, algunas concreciones de silicatos duros, generalmente de tamaño 5 cm; en la parte superior se nota bioturbación producidas por organismos vermiformes.

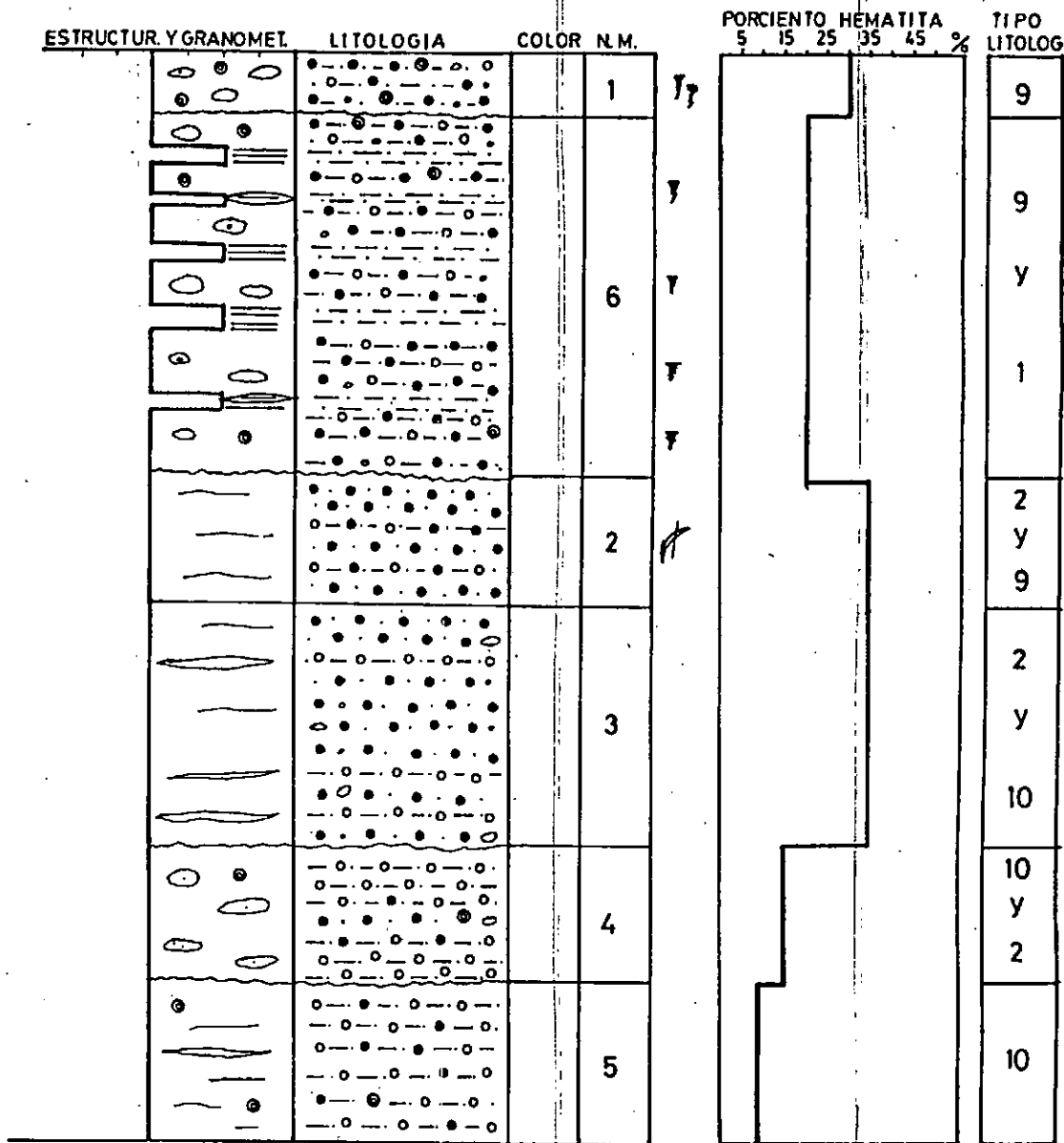
La textura varía entre arena mediana y arcillitas.

El sector de mayor hematitización se sitúa en la parte central con un espesor de 1,20 metros y un contenido porcentual semicualitativo de 35%; tanto hacia la base como hacia el techo del manto las leyes en / hematita disminuyen progresivamente hasta pasar transicionalmente a las sedimentitas pelíticas de la Formación Lipeón.

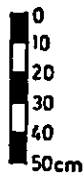
En el frente expuesto, el manto tiene un rumbo de 245°, inclinando 32° al SE; para una potencia de 0,70 m, se determinó una ley media de 28,92% de Hierro férrico.



# MANTO FERRIFERO II ALTO LAS PIZAS



ESCALA





### BLOQUE MAL PASO

Se encuentra ubicado en el sector centro-oriental del distrito, entre los arroyos Agua Negra al norte y Mal Paso al sur. Los perfiles de detalle han sido realizados en los arroyos citados y en la trinchera Cerro Rodeo Chico, situada en la serranía que limitan ambos arroyos.

### ARROYO AGUA NEGRA

Corresponde al manto ferrífero II que aflora en la margen izquierda del arroyo, con un buzamiento de 20° E contrario a la pendiente del terreno y un espesor de 6,80 metros. Aparece intercalado entre las limo-arcilitas micáceas gris-verdosas de la Formación Lipedón mediante relaciones definidas en techo y base.

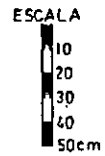
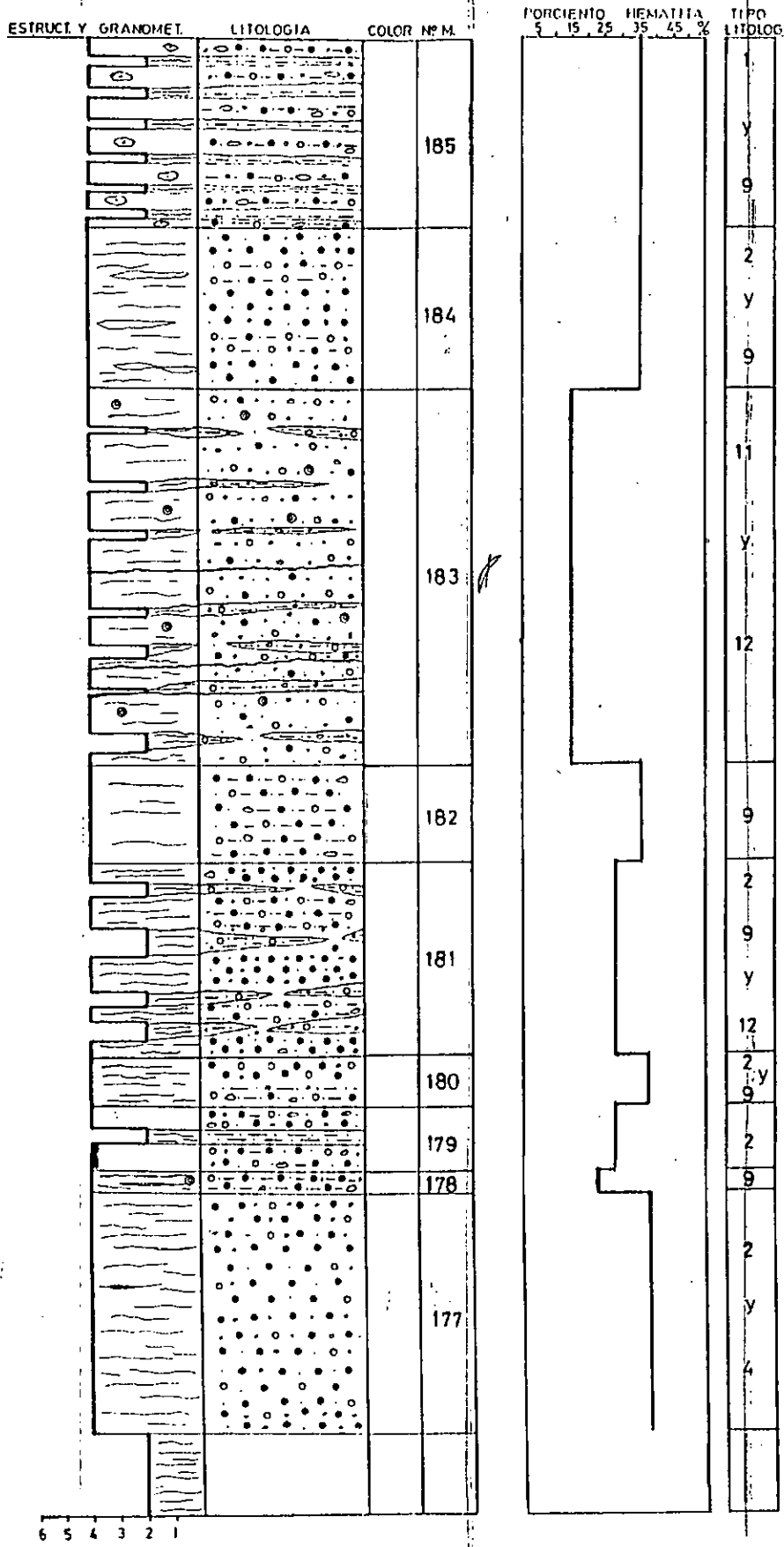
Lo constituyen estratos tabulares medianos y finos, generalmente portan laminación paralela irregular y flaser discontinua, algunos son lenticulares de escala mediana y pequeña. En los estratos superiores son frecuentes las concreciones chamosíticas.

Hacia la base predominan los tipos litológicos 2 y 9 que poseen contenidos semicualitativos mínimos en hematita siempre superiores al 25% y máximo de 40%; en la mitad superior se nota una disminución acentuada en el contenido medio de hematita y también una mayor participación de las texturas finas intercaladas.

La ley en hierro de la porción inferior del manto es de // 27,36 por ciento, para un espesor de 3,10 m; mientras que en su nivel superior es de 36,84%, para un espesor de 0,80 metros.



MANTO FERRIFERO II "ARROYO AGUA NEGRA"



6 5 4 3 2 1





### TRINCHERA CERRO RODEO CHICO

Se trata del manto ferrífero II que se emplaza en la parte superior de la ladera occidental del pequeño cerro situado al / este del puesto de Pablo Rodríguez y corresponde a la misma corrida de los afloramientos observados en los arroyos Agua Negra y Mal Paso.

Se presenta intercalado entre las sedimentitas pelíticas micáceas, gris verdosas y amarillentas de la Formación Lipeón. Sus relaciones son transicionales en techo y base. El espesor total es de 6,28 m y buza 20° SE contrario a la pendiente topográfica, con una espesa capa de estériles.

Está formado generalmente por estratos tabulares y lenticulares de espesor medio y fino, con láminas flaser discontinuas e intercalaciones de arcilitas verdes muy micáceas; hacia el techo / son frecuentes las concreciones.

Los análisis petrográficos revelan en su composición una participación mayoritaria de los tipos litológicos 2 y 9 en su sección basal y escasa participación de los tipos litológicos 10 y 14 en su techo. Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita de la sección del manto llegan a valores de 45%, mientras que en el techo no superan el 35%.

Los análisis químicos muestran leyes variables en hierro según el siguiente detalle:

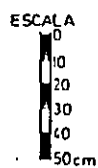
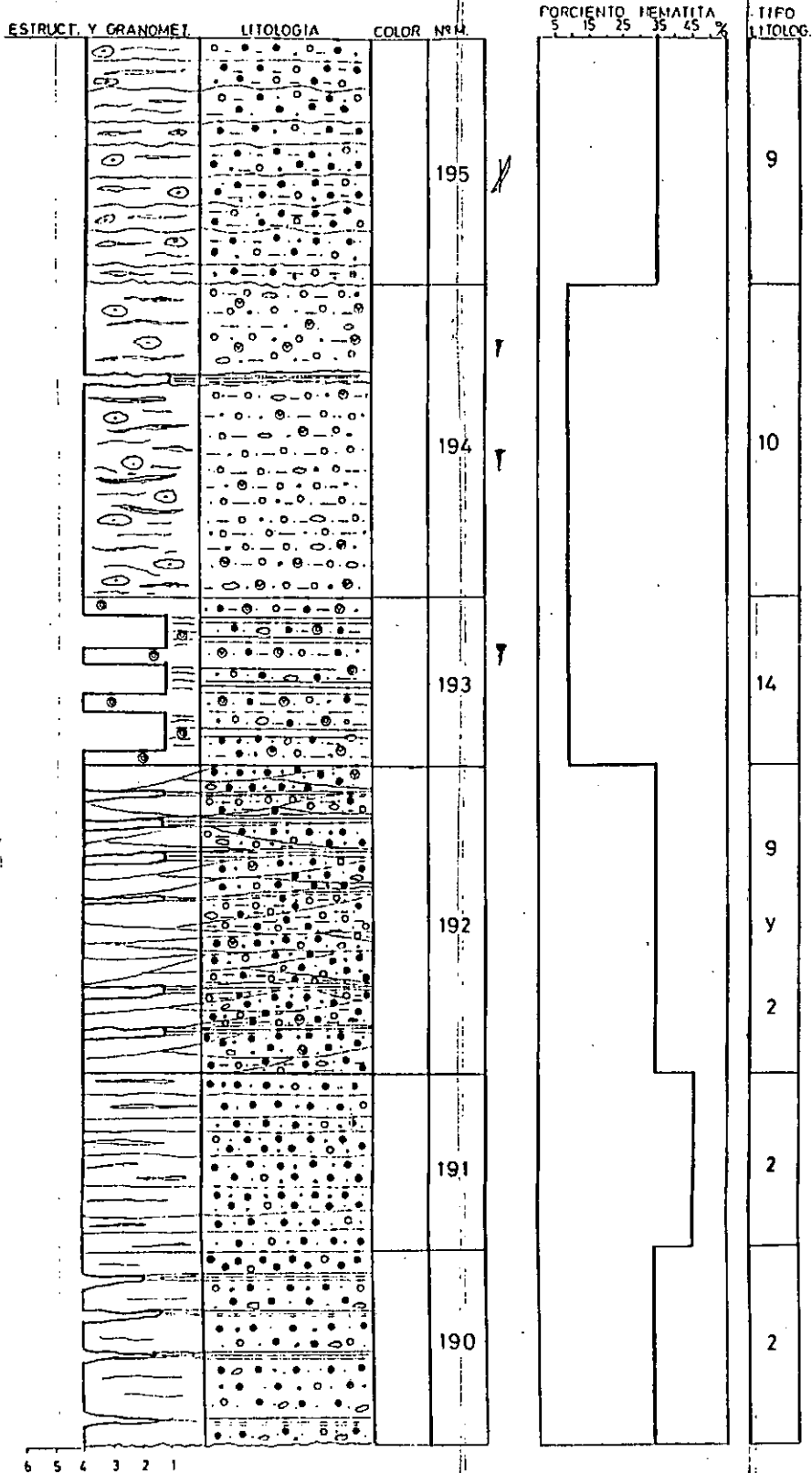
Techo del manto: 28,08%; espesor 0,90 metros.

Estrato medio: 31,38%; espesor 1,40 metros.

Estratos con intercalaciones estériles: 16,93%; espesor 0,75 m.

Base del manto: 25,69%; espesor 2,75 metros.

MANTO FERRIFERO II "BLOQUE MAL PASO" - "RODEO CHICO"



6 5 4 3 2 1



## ARROYO MAL PASO

Corresponde al manto ferrífero II, aflorante sobre la margen derecha del arroyo Mal Paso, a unos 100 metros aguas abajo de la desembocadura del arroyo Las Garzas. Se presenta intercalado en las sedimentitas pelíticas, arenosas finas de la Formación Lipeón con relaciones de mineralización de base y techo transicionales y con un rumbo de  $180^\circ$  y buzamiento de  $45^\circ$  Este. El espesor total del manto es de 12,49 m incluyendo los estratos estériles y de escasa hematitización interestratificados.

Está formado por un conjunto de estratos, gruesos, medianos y finos, macizos y laminados; la textura varía entre areniscas medianas y arcilitas. Los análisis petrográficos revelan que en su constitución participa mayoritariamente el tipo litológico 9, el que es intercalado, por otros como el 2 y el 10; estructuralmente muestra un marcado grado de diaclasamiento.

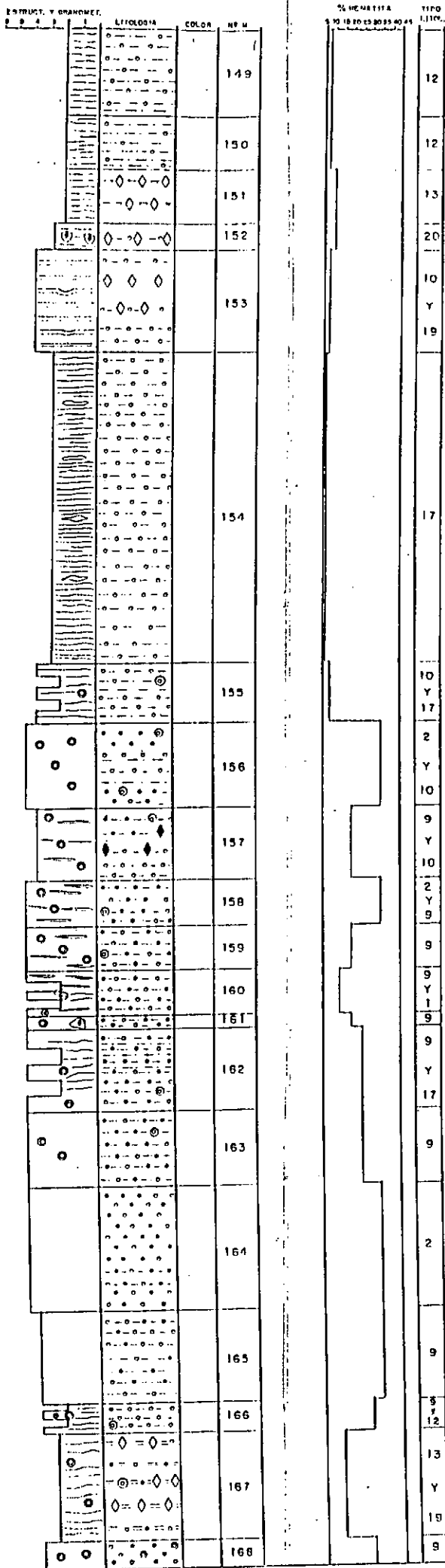
La constitución mineralógica está caracterizada por una variación entre hematita (chamosita, siderita y cuarzo, en diferentes proporciones).

Los estratos con mayor contenido en hematita se sitúan en los sectores centrales alcanzando una potencia media de 1,45 metros / para una ley del 33,09% de Hierro y 42,28% para un espesor de 0,87 m.

Se hace notar que en este frente de exploración, se han extraído las muestras requeridas, por el INBEMI, para ensayos mineralúrgicos, habiéndose efectuado dos tipos de muestreos en canaletas, uno considerando un mayor espesor, que incluía las intercalaciones de estériles y baja ley y otro, tomando las muestras únicamente en los estratos de mayor hematitización.

MANTO FERRIFERO ARROYO MAL, PASO

FIGURA 4



ESCALA  
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 M.



## BLOQUE PABLO - PABLITO

Comprende el sector nororiental del distrito y corresponde al manto ferrífero II, aflorante en las zonas aledañas, abarca a las minas Pablo y Pablito, las cuales se ubican al este de la cañada de Los Monos, en su parte media y en las nacientes respectivamente.

### MINA PABLO

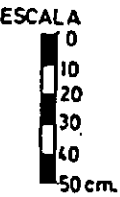
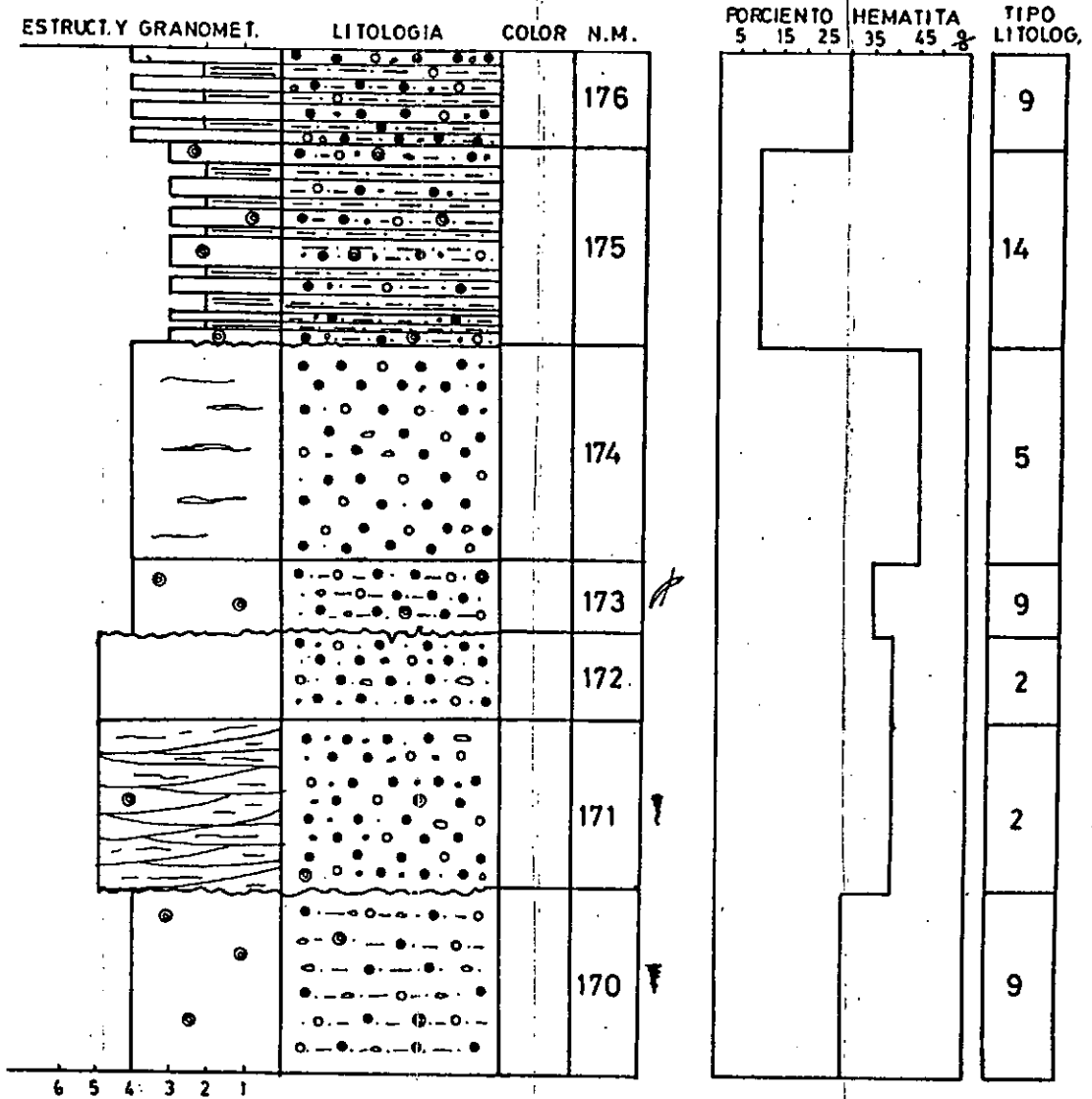
Las observaciones fueron realizadas en un antiguo frente de explotación de 19 m de corrida, cercano al antiguo campamento / de la mina, los labores subterráneos se encuentran totalmente soterrados.

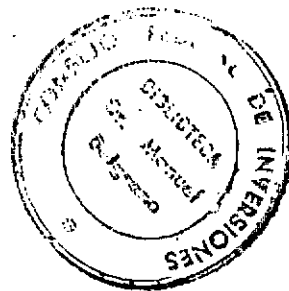
El manto tiene un espesor de 3,45 m, sin base aflorante, mientras que en su techo suprayacen las limolitas amarillo-verdosas de la Formación Lipeón; presenta una inclinación de 06° NNE contraria a la pendiente de la serranía.

El manto ferrífero II está constituido por un conjunto de estratos lenticulares y tabulares, son espesores de entre 0,30 y / 0,10 metros. Lo componen litologías variables entre areniscas hematíticas y chamosíticas y pelitas chamosíticas. El estrato con mayor contenido porcentual en hematita corresponde a la muestra N° 174, con un 45% y un espesor de 0,70 metros. Los análisis químicos realizados muestran valores de hasta 42,16% en hierro con potencias inferiores a 1 m; mientras que la ley promedio arroja un valor de 28,52% en hierro para un espesor de 3,45 metros.



# MANTO FERRIFERO II MINA PABLO





### MINA PABLITO

Corresponde al manto ferrífero II, situado aguas arriba de la cañada de Los Monos, sobre una pequeña cañada en la margen derecha. En trabajos anteriores se la identificó como Trinchera 88. Tiene 18° de buzamiento al noroeste, un espesor de 6,89 metros y una corrida aflorante de 10 m, con una cubierta de estériles de 0,30 metros.

Lo componen numerosos estratos tabulares, generalmente medianos a finos, portan laminación discontinua o son macizos, concreciones/sideríticas, de silicatos, huecas y oolitas; en algunos se observan bioturbaciones. Los planos de estratificación son irregulares y rectos.

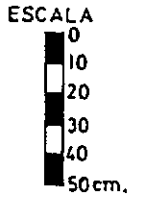
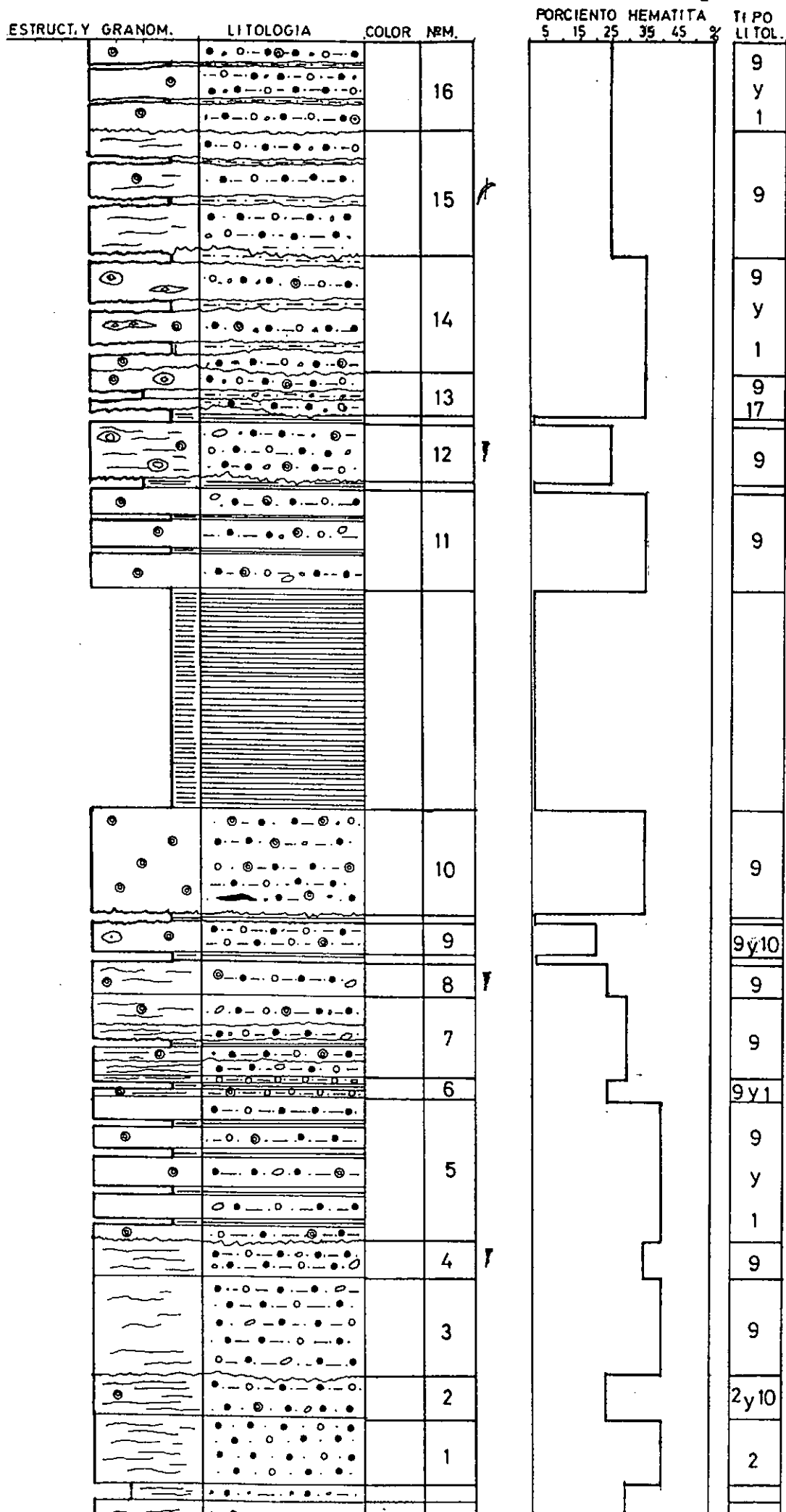
La textura predominante es arenosa mediana, constituidas por peloides, granos de chamosita, cuarzo, micas, eventuales oolitas y pesados, inmersos en matriz compuesta por arcilla chamosítica, partículas de cuarzo y pajuelas de micas; esta asociación define el tipo litológico 9. En algunos cortes se nota una transición al tipo litológico 2 y / 10; mientras que en mayores oportunidades aparecen microláminas del tipo litológico 1.

Intercalan e interestratifican estratos centimétricos y milimétricos de arcilitas muy micáceas, ffsiles, de colores verdosos amarillentos, típica litología de la Formación Lipeón. Es notable en la mitad del manto un estrato de esta composición con un espesor de 1 metro.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita del manto, en general, se sitúan en valores del 30-35%; tan solo algunos estratos situados hacia la base (ver gráfico) alcanzan valores del 45% en hematita.

La ley media en Hierro determinada, para los 6,89 metros de potencia es de 33,84%, alcanzando valores de hasta 44,33% en hierro, para espesores de 0,94 metros.

# MANTO FERRIFERO II MINA PABLITO







## BLOQUE EL TUNAL (HORNITOS)

Corresponde al extremo noroccidental del distrito, compren de los sectores Mina Patricia, Tres Marías, La Cascada, Mina Rogelio, Labor Trinchera 83 y Labor Filo del Portezuelo.

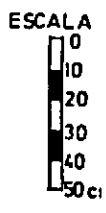
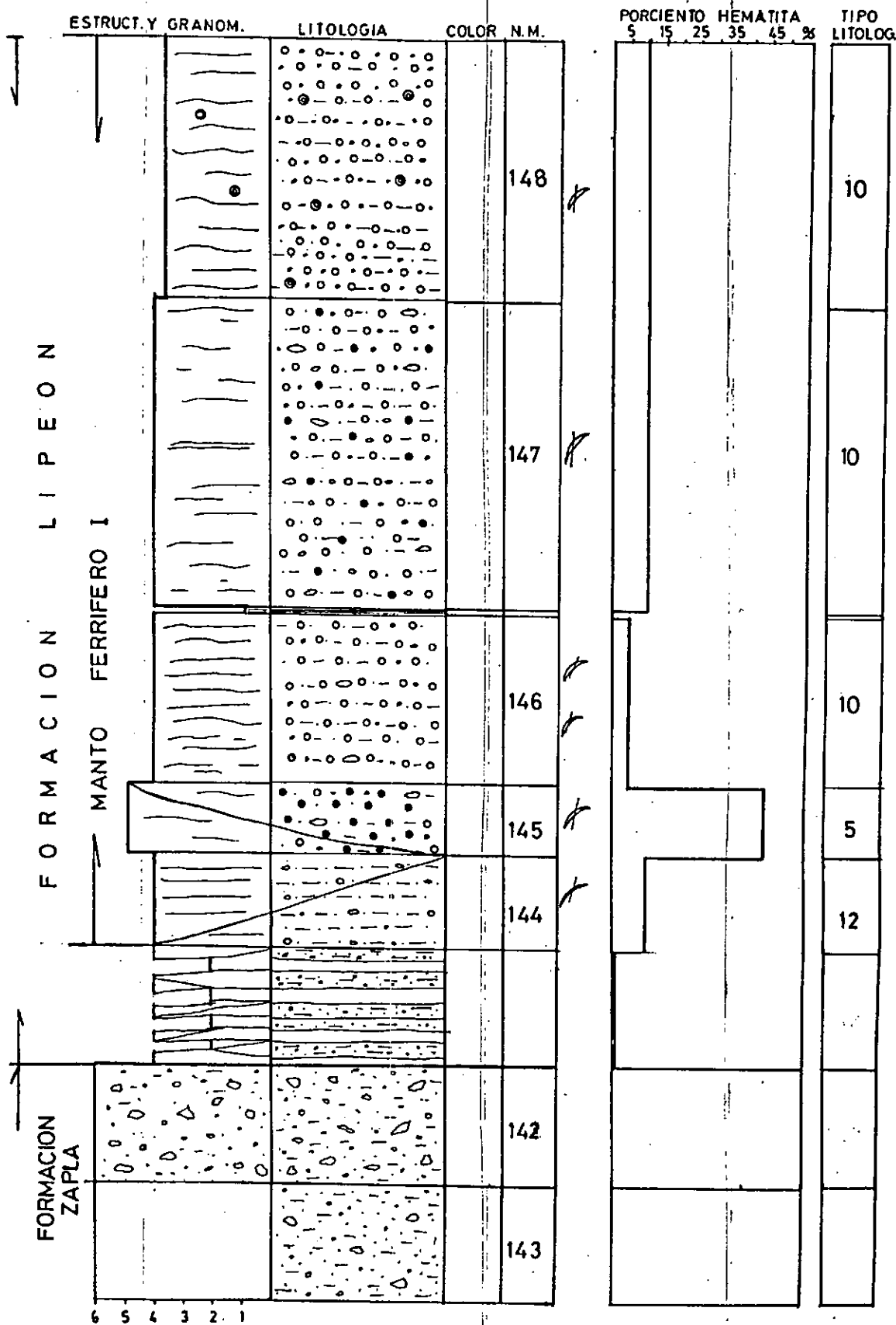
### MINA PATRICIA

Se trata del manto ferrífero I aflorante sobre la margen de recha de la cañada Cascada, allí suprayace a las diamictitas de la / Formación Zapla, de la cual la separa un paquete de areniscas medianas, micáceas, lentiformes, de 0,50 m de espesor, pertenecientes a la Formación Lipaón. Su relación de techo es transicional a las limo-arcilitas micáceas, de color verde oliva de la misma formación. Se presenta en una corrida aflorante de 5 m con marcada distorsión estructural, / con un buzamiento de 42° NNe, dicha corrida se trata de un antiguo / frente de explotación, actualmente abandonado.

El manto ferrífero I está compuesto por un conjunto de estratos lenticulares y tabulares, en los que predomina el tipo litológico 10 (wacke chamosítica), con contenidos cualitativos en hematita no superiores al 10%. La ley promedio del manto es de 32,26% con un espesor de 3,87 m, alcanzando valores máximos de 41,26% y 47,80% en hierro para las muestras N°s. 145 y 146 respectivamente, las que sumadas llegan a un espesor de 0,70 metros.



# MANTO FERRIFERO I MINA PATRICIA





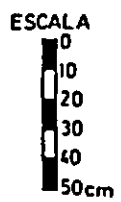
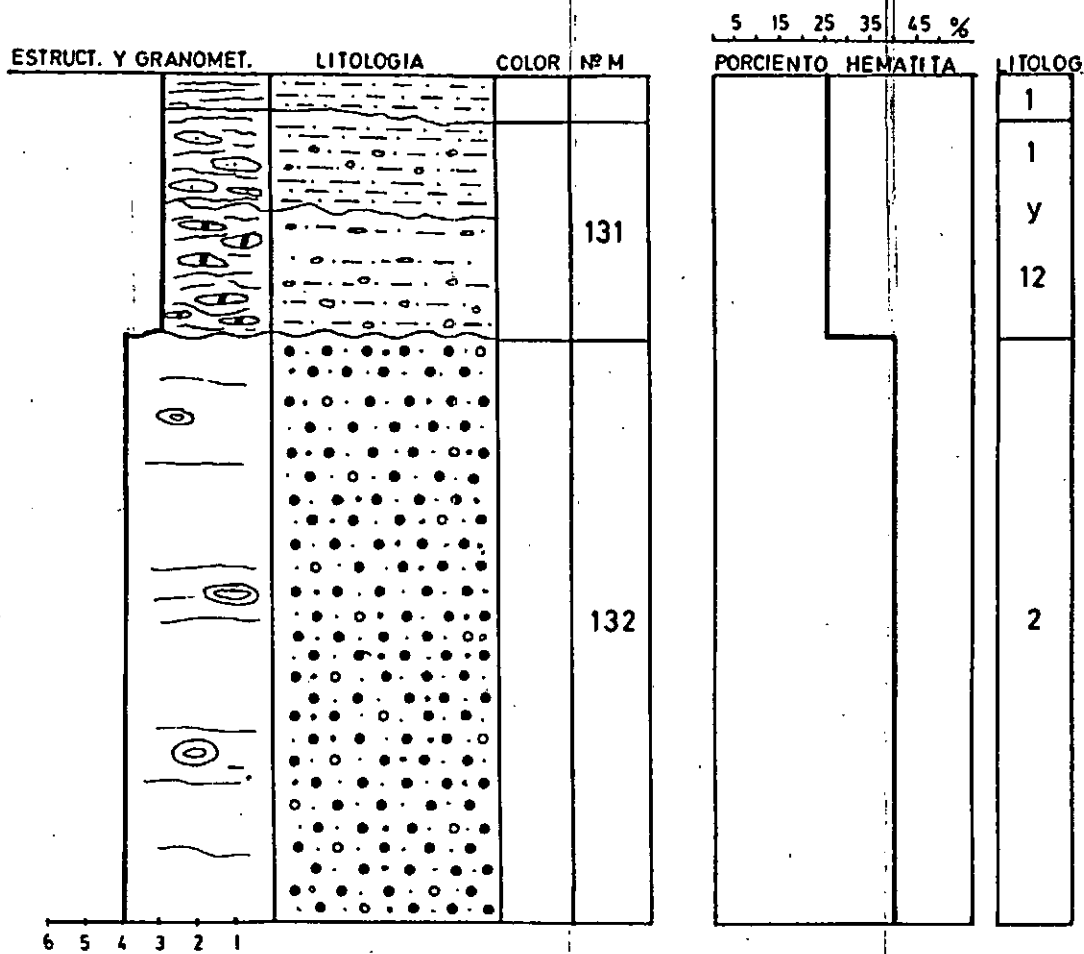
TRES MARIAS (MINA DON ROBERTO)

El manto ferrífero II aparece emplazado en la parte superior del antiguo camino que sale al lugar denominado La Junta de / los Arroyos. En un destape parcial de exploración; el manto tiene un espesor de 2,80 m, sin base visible, con una inclinación variable entre  $19^{\circ}$  y  $24^{\circ}$  N, con una cubierta de 6,40 m de lutitas arcillosas y muscovíticas, verde oliva, finamente estratificadas, pertenecientes a la Formación Lipédon, la que culmina con 0,30 m de / suelo y cobertura vegetal.

El nivel del manto con mayor interés económico se sitúa en la base del destape (muestra nº 132); está conformado por abundantes peloides y algunas concreciones huecas; alcanza una ley en hierro de 38,04% para un espesor de 1,10 metros.



# MANTO FERRIFERO II MINA "TRES MARIAS"



6 5 4 3 2 1



## LA CASCADA

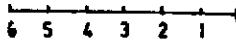
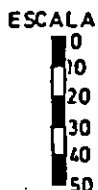
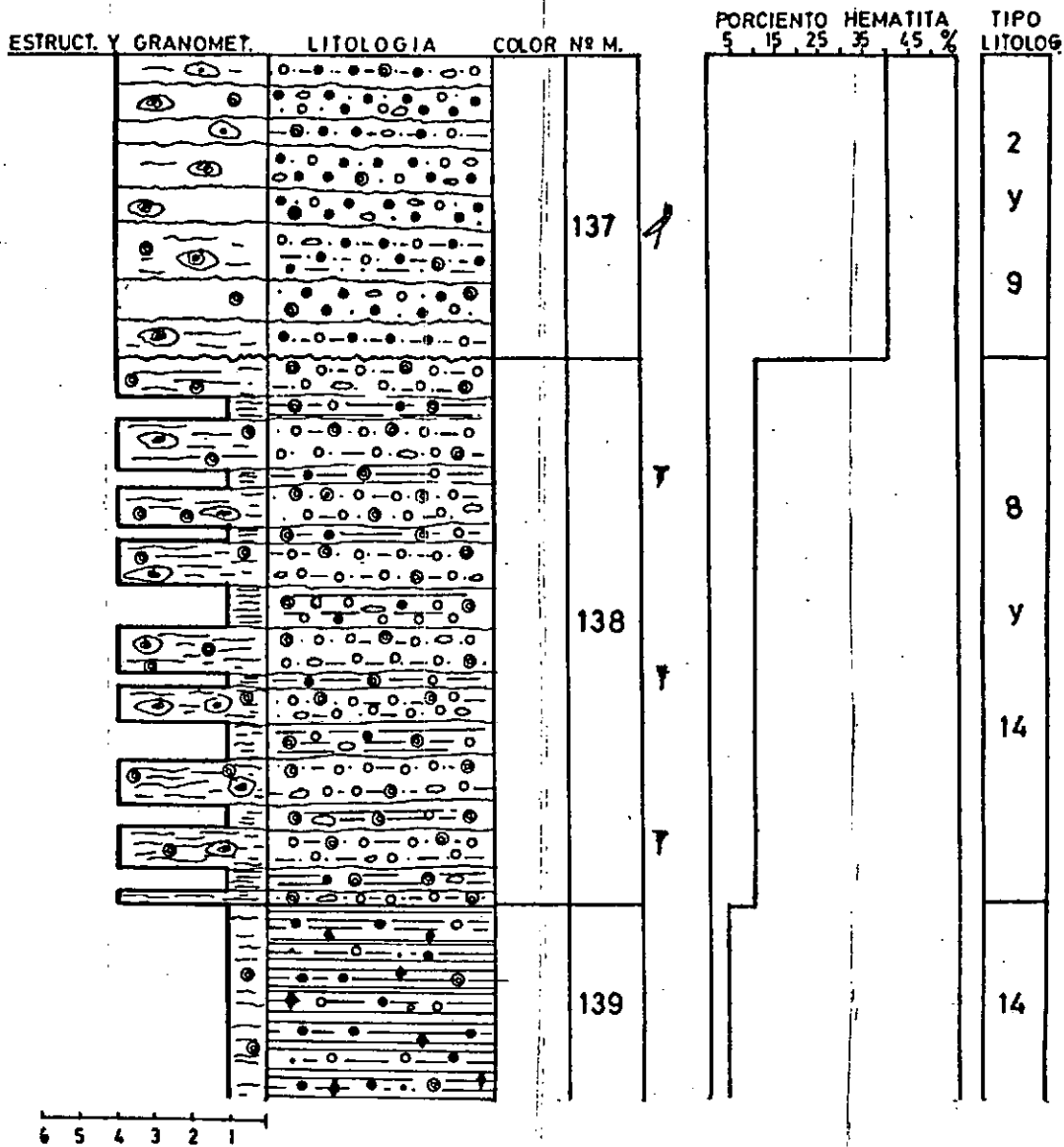
Corresponde al manto ferrífero II ubicado en las nacientes de la cañada La Cascada; allí el manto forma un planchón aflorante / de 15 m por 40 m de superficie que sirve de piso a la quebrada.

En un salto que origina dicho planchón aguas abajo, se ha podido relevar al manto, el que presenta un buzamiento de 22° NNE y un espesor de 3,49 m, sin relación de base. Por encima del manto se encuentra una cubierta de lutitas arenosas pertenecientes a la Formación Lipeón que varía entre 8 y 12 m de espesor.

El manto está compuesto por un conjunto de estratos tabulares finos con planos irregulares. Litológicamente se caracteriza por una mezcla de sedimentitas hematíticas, chamosíticas y sideríticas, con abundantes concreciones de siderita y silicatos de hierro. La ley en hierro alcanza un valor medio de 37,04% para un espesor / de 1,60 metros.



# MANTO FERRIFERO II "MINA LA CASCADA"





### MINA ROGELIO

Corresponde al afloramiento del manto ferrífero II situado en la margen derecha del arroyo El Tunal, aguas arriba de la confluencia con el Unchimé, con 25° de buzamiento al este y un espesor de // 5,94 metros. Está constituido por numerosos estratos finos y medianos, tabulares y lenticulares, con contactos entre estratos rectos, / irregulares y ondulados. Las estructuras sedimentarias internas más / frecuentes son la laminación lenticular, flaser y las concreciones de siderita.

Litológicamente está formado por areniscas medianas váquicas peloidales y chamosíticas (tipo litológico 9) con intercalaciones de otros tipos litológicos (8 y 2) también de textura arenosa que contienen a su vez lenticillos y láminas pelíticas, estratos pelíticos / (12) y arcilitas típicas de la Formación Lipeón. En algunos estratos las bioturbaciones son abundantes.

En general la ley del manto es baja, tan solo 1,22 metros / del manto (M 119) contiene porcentualmente 40% en hematita, el resto tiene valores muy variables pero siempre inferior al 35%.







LABOR TRINGHERA 83

Corresponde al destape efectuado con anterioridad del manto ferrífero II que se sitúan en la corrida de las peñas situadas en la margen izquierda del arroyo El Tunal.

El manto tiene un espesor de 3,61 metros, sin base visible; por encima se encuentran 1,23 metros de limolitas verdosas micáceas / de la Formación Lipeón y 0,60 metros de suelo y vegetación; buza 29º hacia el noreste.

Lo componen un conjunto de estratos finos y medianos, tabulares, con planos irregulares y rectos, contienen generalmente laminaciones discontinuas onduladas, o son macizos. La textura predominante es arenosa mediana a la que intercalan escasas limolitas y arcilitas/centimétricas, verdosas.

Los tipos litológicos representados son el 2 y el 10 cuya / mezcla en distintas proporciones ocasionan los valores, en general mediano, en contenido hematítico.

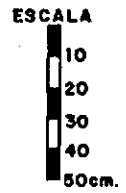
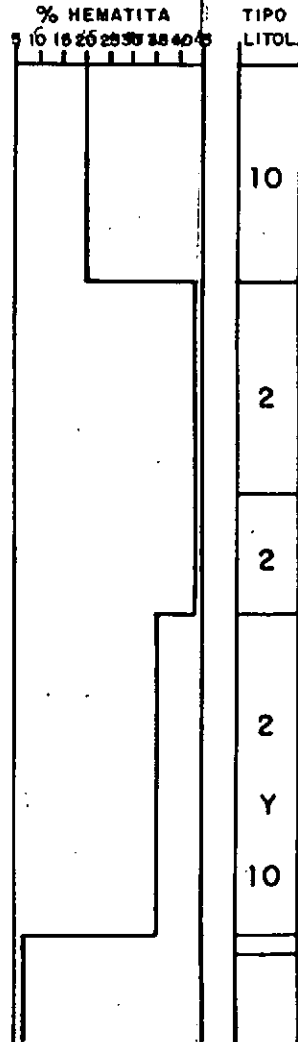
Un espesor reducido del manto (M 127 y M 128) tienen contenido porcentual semicualitativo superior al 40%.



# MANTO FERRIFERO II TRINCHERA 83

FIGURA 2

TEXTURA Y GRANOMET.						LITOLOGIA	COLOR	Nº M.
6	5	4	3	2	1			
[Diagrammatic texture and grainometry for sample 126]						[Lithological description for 126]		126
[Diagrammatic texture and grainometry for sample 127]						[Lithological description for 127]		127
[Diagrammatic texture and grainometry for sample 128]						[Lithological description for 128]		128
[Diagrammatic texture and grainometry for sample 129]						[Lithological description for 129]		129





### TRINCHERA FILO DEL PORTEZUELO

En este filo existen una serie de excavaciones de 1,20 m - 1,50 metros de profundidad que descubren el manto ferrífero II en su parte superior; solo algunos de ellos muestran al manto en su totalidad. Estas excavaciones se sitúan a decenas de metros del camino que baja al kilómetro 18.

En una de estas trincheras el manto tiene 45° de buzamiento al norte, con un espesor de 4,38 metros; por encima del manto hay muy poco material estéril de la Formación Lipeón o directamente se / constituye el suelo y vegetación.

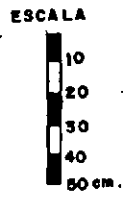
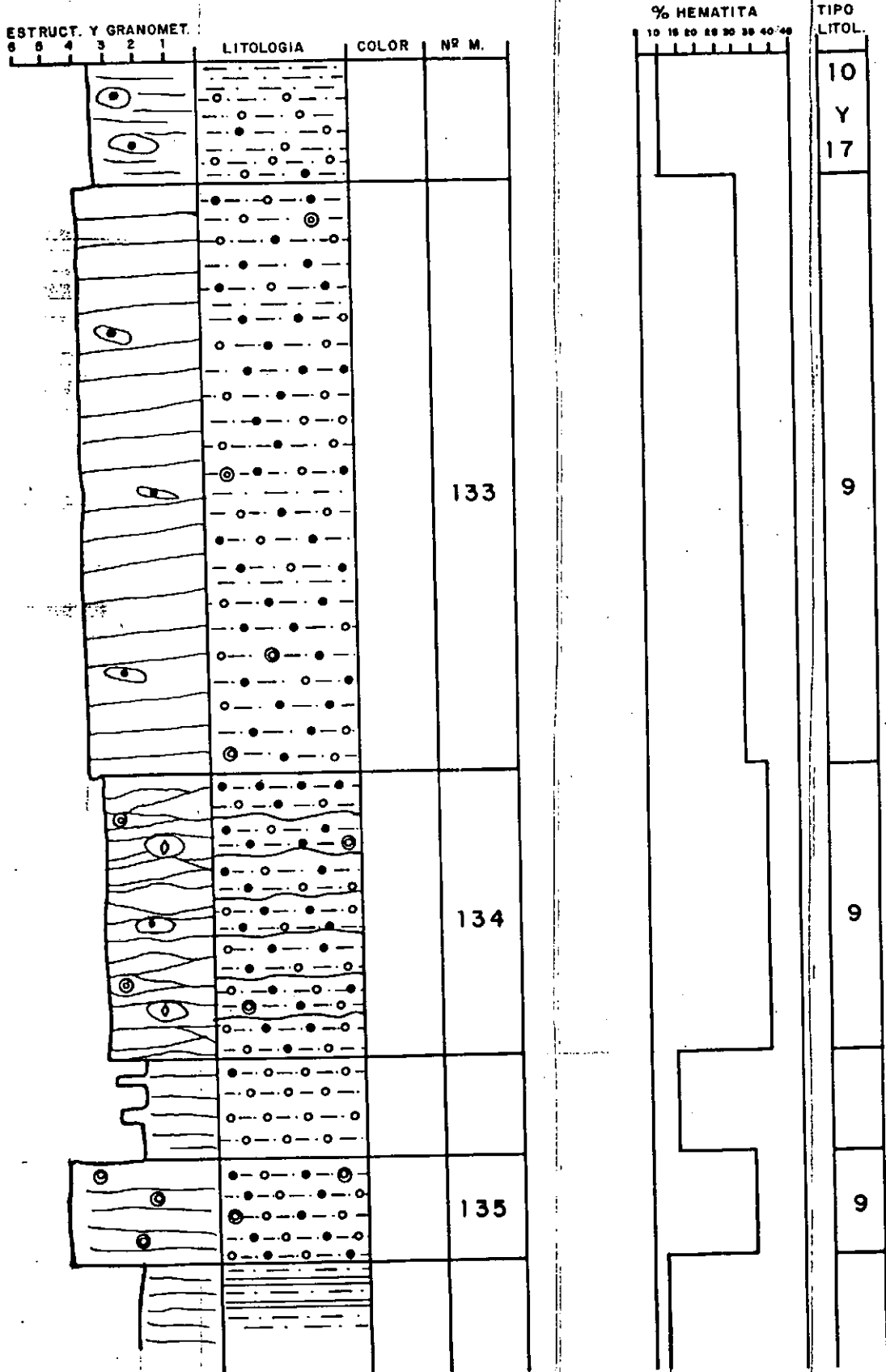
El manto está formado por una serie de estratos tabulares y lenticulares, gruesos y medianos, con contactos rectos y ondulados, de textura arenosa mediana y fina; son notorias las concreciones verdosas-amarillentas y rojizas de silicatos y siderita respectivamente como también las laminaciones y lenticillos milimétricos y centimétricos de lutitas y arcilitas verdes dentro de las areniscas rojas; o a la inversa, niveles milimétricos de arcilitas rojas-parduscas dentro de areniscas verdosas.

El tipo litológico predominante es el 9 por lo que los contenidos en hematita son medianos, alrededor del 30 - 35%.

# MANTO FERRIFERO II TRINCHERA FILO DEL PORTEZUELO



FIGURA 3





### ZONA LAS CAÑAS

Se ubica en el sector sudoccidental del distrito ferrífero, hacia el oeste del arroyo El Tunal o Cuarito.

### ARROYO LAS CAÑAS

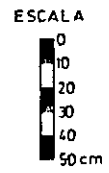
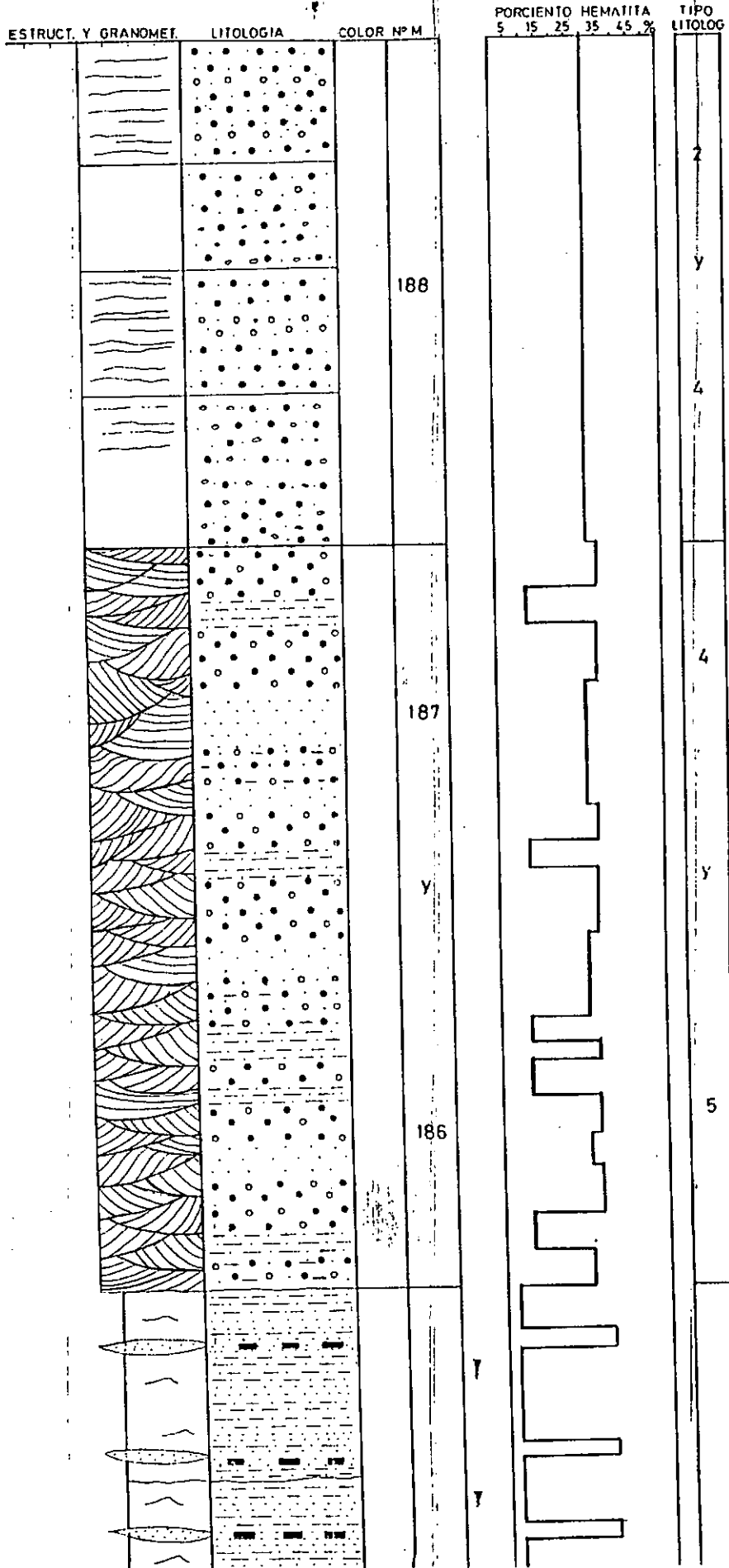
Se trata del manto ferrífero II aflorante en el sector medio; margen derecha de la cañada; aparece en un frente de 8 m de espesor / por 12 m de corrida paralela a la quebrada, con buzamiento de 11º ESE, contrario a la pendiente. Intercala a las pelitas de la Formación Lipeón mediante relaciones transicionales en techo y piso. Por encima / del manto ferrífero se apoya una cubierta de estériles de 3 m y cobertura vegetal.

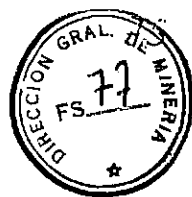
Presenta características particulares distintas a las observadas en otros bloques, dada por predominio de estratos entrecruzados lenticulares de mediana y pequeña escala sobre los estratos tabulares, y además porque las intercalaciones estériles, arenosas y pelíticas son extremadamente ricas en minerales micáceos. Debido a la naturaleza de / la estratificación, los estratos hematíticos no tienen continuidad lateral ni vertical y en consecuencia, pasan en pocos metros y centímetros a areniscas y pelitas totalmente estériles o con muy bajo contenido en hematita.

Los contenidos porcentuales semicualitativos en hematita del manto no superan el 35% en los estratos con mayor concentración en hematita.

Los análisis químicos efectuados muestran leyes en hierro / con máximos de 41,45% (muestra Nº 186) para un espesor de 0,30 y mínimo de 14,20% (muestra Nº 188) para un espesor de 0,4 metros.

# MANTO FERRIFERO II "ARROYO LAS CAÑAS"





## BLOQUE LAS CUEVAS

Comprende el sector centro occidental del distrito, ubicado al al sur del bloque El Tunal, en las inmediaciones del Morro del Quemado.

### TRINCHERA DEL QUEMADO

La labor se sitúa a 500 m al NE del cerro del Quemado, en la / cual el manto ferrífero II, tiene un espesor de 3,61 m; presenta relaciones transicionales en techo y piso con la Formación Lipeón; posee un rumbo EO y buzamiento de 20° al NNE.

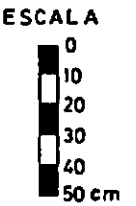
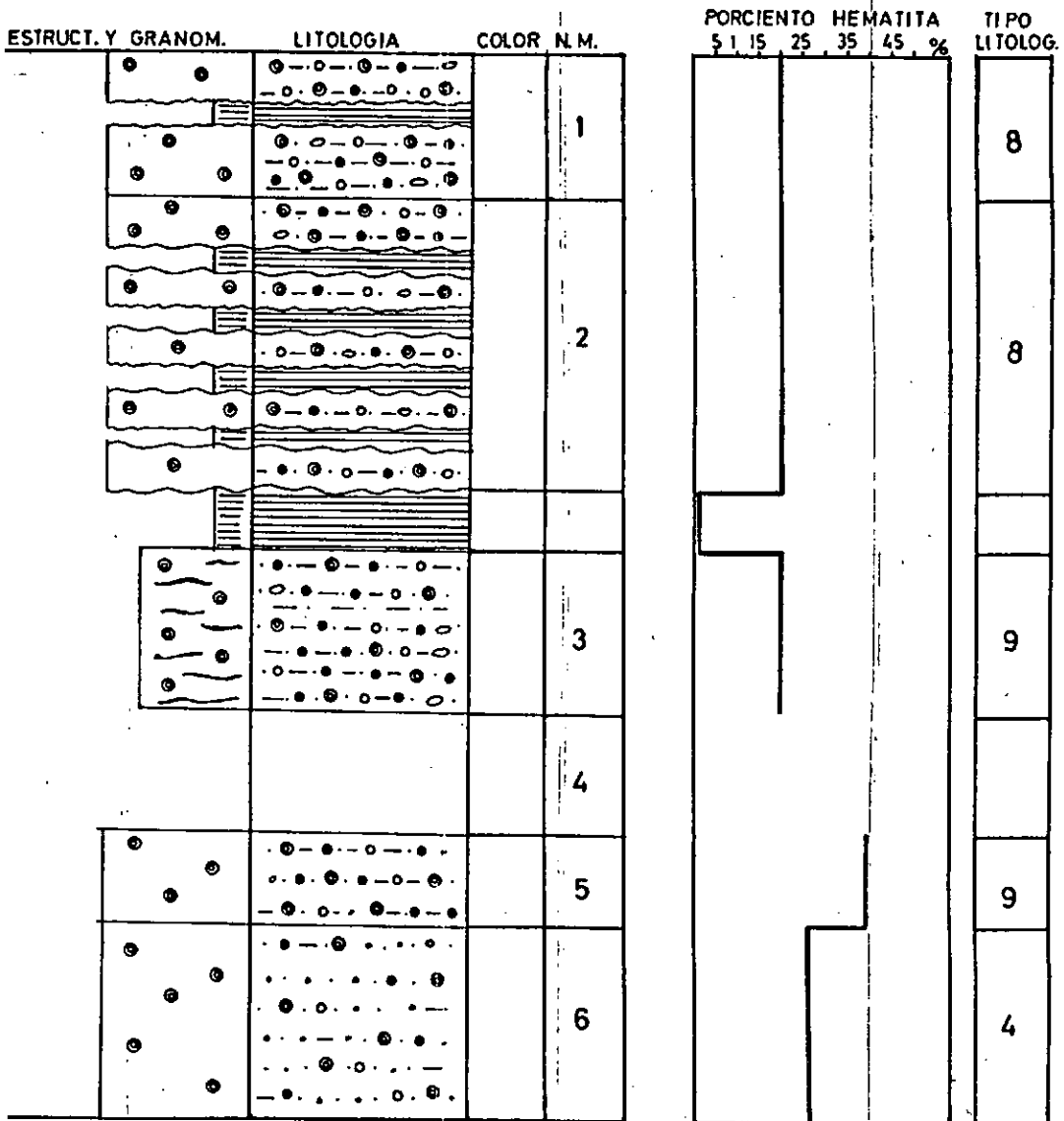
Está constituido por un conjunto de estratos tabulares de espesores medianos y finos, con superficies de estratificación rectas, onduladas e irregulares; generalmente son estratos macizos, de textura arenosa mediana, intercalados por estratos finos con textura pelítica (arcilita). Los colores varían entre rojo grisáceo y verde amarillento.

Hacia la base del manto el estrato presenta los mejores contenidos semicualitativos en hematita alcanzan el valor de 40% para la muestra 5 con un espesor de 0,31 metros; mientras que desde el medio hacia / el techo del manto, los contenidos en hematita disminuyen a 20% para los tipos litológicos 8 y 9.

Los análisis químicos realizados arrojan una ley media del manto de 26,87% de hierro férrico, con un nivel de mayor mineralización de 29,47% de 0,63 metros de potencia.



# MANTO FERRIFERO II TRINCHERA EL QUEMADO







### TRINCHERA CAÑADA DEL CORRAL

Se trata del manto ferrífero II ubicado en la margen izquierda de la Cañada del Corral, aguas arriba del Puesto de Manuel Santos.

Presenta relaciones visibles de techo y piso, dentro de la Formación Lipeón; posee 9° de buzamiento hacia el Este y un espesor de 5,32 metros.

El manto está constituido por numerosos estratos de espesores medianos y finos, rectos y ondulados, generalmente laminados o con concreciones. La textura predominante es la arenosa mediana, aunque son frecuentes los estratos limosos.

Los contenidos semicualitativos del manto, en hematita, son bajos, solamente algunos delgados estratos, alcanzan valores entre 30% y 38% en Hematita.

El análisis químico efectuado en una muestra correspondiente a uno de los estratos anteriormente mencionados, arrojó un valor de 26,09% de hierro férrico, para un espesor de 0,40 metros.

# MANTO FERRIFERO II CAÑADA EL CORRAL

STRUCT. Y GRANOMET.

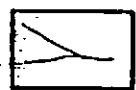
LITOLOGIA

		Wacke chamosítica con algo de hematita, textura mediana.
		Wacke chamosítica con algo de hematita, textura mediana, laminada irregularmente. Hay algunas concreciones.
		Limolitas areno-arcillosas micáceas, con intercalaciones centimétricas de areniscas chamosíticas con algo de hematita.
		Wacke hematítica-chamosítica, con bioturbación Ley aproximada 30%.
		Limolitas arcillosas micáceas, verdosas.
		Alternancia centimétrica entre arenisca hematítica mediana con rodados de cuarzo gruesos aislados, micácea, dura, con mezcla chamosít.
		Wacke chamosítica ferruginosa.
		Hematita arenosa mediana a gruesa con algo de chamosita en bandas. Ley aproximada 38%.
		Alternan hematita roja arenosa y chamosita verde en capitas centimétricas. Ley aproximada 25%.
		Wacke chamosítica-hematítica con concreciones huecas, centimétricas y alargadas. Ley 25%.
		Arenisca hematítica con bandas irregulares chamosíticas, macizo, duro. Ley 30%.

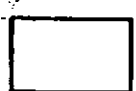
ESCALA VERT.

0 10 20 30 40 50 cm.

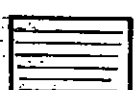
## REFERENCIAS



Estratificación lenticular



Estratificación tabular



Laminación paralela



Laminación flaser



Concreción de siderita



Concreción de chamosita



Oolitas



Peloides



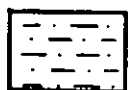
Granos de chamosita



Granos de cuarzo grueso



Lutita



Limolita arenosa



Bioturbación



Bioclastos



Escala textural

1

Limolita ferruginosa

2

Hematita peloidal arenosa

8

Wacke chamosítica oolítica

9

Wacke peloidal hematítica chamosítica

10

Wacke chamosítica

12

Limowacke arenoso cuarzo-mica-chamosita

13

Chamosita siderítica

17

Limowacke cuarzoso

19

Siderita limo-cuarzoso

## Vie.- CONSIDERACIONES GENÉTICAS

Los yacimientos ferríferos de la cuenca silúrica del noroeste argentino tienen indudablemente origen marino.

Las características texturales, las estructuras sedimentarias, la composición mineralógica, la asociación fosilífera y la distribución paleogeográfica así lo atestiguan.

El carácter marino cercano a la costa es sustentado por la abundante fauna fósil, entre otros, trilobites, graptolites, braquiópodos y tentaculites hallados dentro de la secuencia de la Formación Lipeón por distintos investigadores, y aún dentro de los mismos mantos ferríferos con el hallazgo de Calymene angelelli (Angelleli, 1959) en la Sierra de Zapla; de graptolites (Bellmann, 1961) en la sierra / de Santa Bárbara y específicamente Pseudoclimacograptus (Boso y Monaldi, 1984) en la sierra de Puesto Viejo.

Por otra parte cabe remarcar la estrecha asociación de la / traza fósil Zoophicus con el manto ferrífero II en el distrito ferrífero Unchimé.

Nieniewski y Wleklinski (1950) se refieren a la geometría / de los depósitos ferríferos y los ubican en una larga faja norte - sur de no más de 10 km de ancho por varios cientos de largo; aspecto que / coincide con un ambiente litoral de formación y acumulación.

Respecto a la composición mineralógica de la mena ferrífera; la chamosita se cree que se forma por la precipitación química de hidróxidos y bicarbonato de hierro transportados desde el continente, los / que reaccionan con el material arcilloso en el ambiente marino levemente reductor.

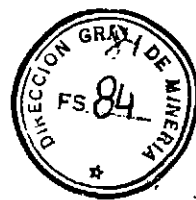
Angelleli et al., (1976) postula que las condiciones de formación de la chamosita son de bajo Redox positivo y de determinadas proporciones de óxidos de hierro (ferroso y férrico), de sílice y de arcilla al estado de sol.

La formación de chamosita puede tener lugar también a / partir de arcillas incorporadas desde el continente y sujetas a hal / mirólisis en un medio rico en hidróxidos férricos ferrosos (Carroll, 1958 y Knox, 1970).

La formación de chamosita y de glauconita en sedimentos / recientes ha sido investigada (Porrenga, 1966, 1967); ambos minera / les se forman en la interfase agua-sedimento, por réemplazamientos / de pellets de arcilla y como relleno de conchulas de foraminíferos, en ambiente aeróbico, pero en presencia de materia orgánica. La / chamosita está restringida a mares tropicales en profundidades in / feriores a los 60 metros, aunque ocasionalmente hasta 150 metros; / con temperatura del agua del fondo marino mayor a 20 °C; mientras que / que la glauconita no está restringida a mares tropicales y la pro / fundidad de formación es mayor: 30 a 2.000 metros; con temperaturas del fondo marino inferiores a los 15 °C. En mares tropicales la pro / fundidad mínima es mayor de 125 metros.

El fango chamosítico así precipitado, mezclado en diferen / tes proporciones con cuarzo, micas y minoritarios, forma costras / las que todavía en estado plástico son removidas y retrabajadas por las corrientes marinas y el oleaje para dar lugar a la formación de granos de chamosita, oolitas e intraclastos de chamosita-cuarzo-mi / cas.

Estos componentes aloquímicos son afectados en distintos / grados por la hematitización; ello depende fundamentalmente de dos / factores internos de la cuenca de sedimentación como son la topo / grafía del fondo marino y la energía del medio. Si el material es / sometido a escaso retrabajamiento porque la energía del medio es / baja, sufrirá pocos cambios texturales y composicionales; por otra / parte, si el sedimento es transportado y depositado en ambiente de / alta energía mecánica se producirán en él profundas transformacio / nes texturales y composicionales, tanto de los elementos de la fá / brica como en los de la matriz; como consecuencia de ello e obser / varán aloquímicos con altos grados de oxidación, selección y casi / mono componenciales.



Los factores aludidos explican, entre otros aspectos, los distintos grados de oxidación que presentan los granos, oolitas e intraclastos de chamosita; la ocurrencia de hematita pulverulenta/ sobre granos de cuarzo; la existencia de oolitas con capas envolventes alternantes entre chamosita y hematita.

Posterior a su depósito, los minerales sufren nuevos cambios físicos y químicos. La estabilidad de los minerales de hierro en el ambiente diagenético parece estar controlada por la distribución de materia orgánica en el sedimento, los valores de migración del oxígeno y de soluciones reductoras. Estos factores están en función de la textura sedimentaria, de la productividad orgánica / en el ambiente sedimentario y de los valores de sedimentación tanto terrígena como química.

La formación de siderita ocurre en el campo diagenético muy temprano; a muy bajo Eh y  $pS_2^-$  puede ocurrir después de la formación de pirita en fangos ricos en hierro que contienen suficiente materia orgánica para mantener un Eh bajo durante la diagénesis, pero no lo suficiente para permitir la profusa proliferación de / bacterias reductoras de sulfato; soportan esta idea que la siderita contiene poca cantidad de carbón y de pirita; esta apreciación es sostenida por entre otros, Curtis y Spears (1968); Ho y Coleman (1969); Oertel y Curtis (1972); Curtis et al (1972). En cambio Chauvel y Dimroth (1974) piensan que la siderita se puede formar por reemplazo de fangos calcáreos.

Respecto a la sílice, su presencia se explica por precipitación en el medio marino y por reacciones diagenéticas. En el primer caso la sílice transportada por los ríos desde el continente precipita por adsorción y reacciona con partículas inorgánicas cuando el pH y la salinidad aumentan al mezclarse con agua marina / (Bien et al, 1958); Liss y Spencer (1970).

La coprecipitación de sílice e hierro coloidal se sugiere por la estructura oxidada de la corteza de las oolitas. La afinidad de estas dos sustancias, una por otra es alta (Mortimer, 1941, 1942;

///



Flehmig, 1970) y la composición molar de tal precipitado es una / función del pH del medio y de los puntos isoelectrónicos de sus componentes (Parks, 1967).

Por otra parte, rasgos particulares externos a la cuenca de sedimentación pueden jugar un papel importante en la formación de estos tipos de depósitos. Factores tales como el clima tropical-subtropical determina altos niveles de meteorización química y movilización del hierro desde el continente. La idea ya fue mencionada por Valencio et al, (1971) quienes sitúan al polo sur silúrico a más de 60° de latitud hacia el norte del actual, de modo que el bor de continental suroriental de Sudamérica, para dicho período, pudo bien encontrarse dentro de la faja tropical-subtropical.



## VII.- ESTIMACION DE RESERVAS

De acuerdo a los objetivos programados, se efectuaron las verificaciones correspondientes, para controlar los principales parámetros de cálculos que se utilizaron en las estimaciones de reservas, por parte de la antigua Dirección Nacional de Geología y Minería, en el periodo 1962 - 1970.

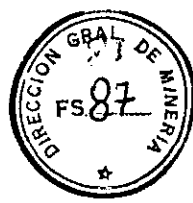
Considerándose los bloques diferenciados para su cubicación, se realizaron los correspondientes muestreos, determinaciones de espesores, leyes medias, posición y relaciones de techo y base, de los mantos ferríferos, utilizando las antiguas labores (trinchera) y frentes de exploración, las cuales fueron previamente reacondicionadas y preparadas, para la obtención adecuada de los diferentes datos técnicos de campo.

Los análisis químicos para las comprobaciones de las leyes de Hierro y Fósforo, fueron realizados en el laboratorio de ensayos de minerales y rocas de la Dirección General de Minería de la Provincia de Salta. Las metodologías para las determinaciones de los tenores de Hierro y Fósforo contenidos en la mena, consistieron en el empleo de las técnicas tradicionales de Volumetría (permanganimetría) y gravimetría, respectivamente.

### I.- PLANILLA DE ANALISIS QUIMICOS - Laboratorio Dir.Gral. de Minería

Bloque	Muestra	Sector	% Humedad	% Hierro (Férrico)	% Fósforo
El Tunal (Hornitos)		Mina Rogelio			
	1 Nivel A		1,4	25,06	
	2 Nivel B		1,0	37,25	0,76
	3 Nivel C		1,7	25,47	
	4 Nivel D		1,2	31,37	
	5 Nivel E		1,5	30,61	
	6 Nivel F		2,5	18,50	
		Labor T83			





Bloque	Muestra	Sector	% Humedad	% Hierro (ferrico)	% Fósforo
	7 nivel sup.		1,4	32,97	
	8 nivel medio		1,7	33,42	
	9 nivel inf.		1,7	33,52	
		Filo Portezuelo			
	10 nivel A		1,8	25,76	
	11 nivel B		2,0	15,33	
	12 nivel C		2,1	25,72	
		Tres Marias (Don Roberto)			
	13 nivel A		2,3	21,31	0,65
	14 nivel B		1,7	38,04	
		La Cascada			
	15 Ira.Plancha		1,6	37,04	
		Filo S.E. Tres Marias			
	16 Transición		2,3	21,31	
	17 nivel B		1,10	32,54	
		Morro del Quemado			
	1 Transicional		0,6	29,47	
	3 Superior		2,3	19,24	
		Corral El Tunal			
	nivel sup.		1,7	26,09	
		Cañada de Transe lino			
	1		0,1	29,05	
	2		0,2	38,47	0,53
	3		0,09	16,92	
	4		0,09	37,60	0,07
		T 243 - El Chorro			
	1				
	1		0,2	26,58	
	2		0,1	14,13	
	3 Techo		0,1	43,25	1,79



Bloque	Muestra	Sector	% Humedad	% Hierro (férico)	% Fósforo
		<b>Mina Patricia</b>			
	142		0,10	16,22	
	143		0,11	5,60	
	144		0,16	47,80	1,11
	145		0,10	41,26	1,71
	146		0,26	18,50	
	147		0,20	25,22	
	148		0,28	28,23	
<b>Mal Paso</b>		<b>AR Mal Paso</b>			
	149			25,97	
	150			18,28	
	151			14,59	
	152			27,48	
	153			26,00	
	154			23,54	
	155			24,22	
	156			22,87	
	157			13,50	
	158			23,41	
	159			24,53	
	160			20,66	
	161			13,73	
	162			24,18	
	163			24,23	
	164			23,00	
	165			28,57	
	166			22,15	
	167			42,28	1,36
	168			24,18	
		<b>T.Rodeo Chico</b>			
	1 Techo		0,9	28,08	
	2		3,8	31,38	1,39



Bloque	Muestra	Sector	% Humedad	% Hierro (ferrico)	% Fósforo
Pablo - Pablito	3	T. Agua Negra	1,9	16,93	
	4		1,0	25,69	
	1 Sup.		1,3	36,84	
	2 Inf.		1,3	27,36	
		Mina Pablo			
	170		0,2	32,86	
	171		0,07	24,42	
	172		0,16	32,06	
	173		0,01	22,53	
	174		0,09	42,16	
	175		0,13	29,27	
	176		0,9	16,39	
		Mina Pablito			
	1			51,46	1,02
				42,01	0,27
	3			40,65	0,51
	4			22,86	
	5			30,25	0,22
	6			29,62	
	7			20,65	
	8			29,33	
	9			36,44	0,63
	10			38,80	1,35
	11			41,95	0,57
	12			28,67	
	13			32,94	
	14			28,11	
	s/nº			44,33	0,28
Las Garzas					
	197	Aº Las Garzas	0,12	28,10	
	199		0,06	34,43	0,64
		T. Alto las Pica zas			
	Única		1,20	28,92	

Bloque	Muestra	Sector	% Humedad	% Hierro	% Fósforo
Las Cañas	186	Las Cañas	0,08	41,45	1,00
	187		0,11	18,87	
	188		0,11	14,20	
El Tunal	1 Transicional base	Morro del Quemado	0,6	29,47	
			2 Nivel medio	13,4	26,28
			3 Nivel sup.	2,3	19,24
	nivel sup.	Corral El Tunal	1,7	26,09	
Morro del Cardón		El Atal		27,75	

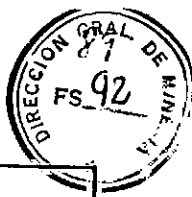
Teniendo en cuenta que el área comprendida por la cuenca de Unchimé, es de 120 Km<sup>2</sup>, con una corrida de manto ferrífero aflorante de aproximadamente 33 Km, se ubicaron los lugares de toma de muestras en posiciones estratégicas, para que el escaso número de mediciones, no implique pérdida de representatividad en los datos obtenidos.

La ponderación de los espesores y leyes medias en las labores y / frentes expuestos, se llevaron a cabo teniendo en cuenta las variaciones de la mineralización ya que según lo descripto (apartado VI), el manto ferrífero presenta una mineralogía variable, que se manifiesta en diferentes niveles de concentración de los tenores de Hierro, con estratos de bajos contenidos / en los sectores de base y techo, que generalmente en forma gradual crecen hacia los niveles medios. Además se consideraron los materiales estériles interstratificados en el conjunto que componen lo que genéricamente denominamos manto ferrífero y que se emplazan tanto entre los niveles de mayor mineralización, como en los niveles transicionales de techo y piso.

De tal manera según puede observarse en la planilla II - Resumen de datos - es necesario diferenciar los valores de espesores y leyes promedios, / de los valores de espesores y leyes máximos, notándose claramente que las le-



yes medias que alcanzan tenores entre el 30 y 35% en Hierro, para potencias promedio entre 4 y 6 metros, pueden llegar a valores ligeramente superiores al 40% de Hierro, para espesores menores de 1 metro.



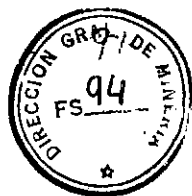
II.- PLANILLA RESUMEN DE DATOS

Bloque	Sector	MANTO FERRIFERO		* Los valores corresponden a Hierro Férrico		Inclinación	Relación de techo y piso	
		Promedio		Nivel Mineraliz.			Cubierta estéril les (m)	Base del manto
		Ley % Fe	Espesor (m)	Ley Máx. % Fe	Espesor (m)			
El Tunal (Hornitos)	Mina Patricia (manto I)	32,26	3,87	47,80	0,75	42°NNE	8 a 12	Visible 0,50 m. F. Zapla
	La Cascada	37,04	1,60	-	-	22°NNE	7,16	No visible
	Tres Marías (Don Roberto)	29,67	2,80	38,04	1,95	18-22°NNO	1,00	No visible
	Filo Sud Este de Tres Marías	27,17	5,06	32,04	0,50	28°NNE	0,50	Visible F.Lipeón
	Filo del Portezuelo	22,27	4,38	25,76	2,20	45°NNO	1,25	Visible F.Lipeón
	Trinchera 83	33,30	3,61	37,25	0,17	21°SO	18 a 42	No visible
	Mina Rogelio	28,04	5,94	38,47	0,52	31°NE	-	Visible F.Lipeón
	Cañada de Trenselino	30,51	2,28	43,25	0,70	-	-	-
	Trinchera 243	27,98	3,00	42,16	0,94	-	-	-
	Promedio total del bloque	29,80	3,62	44,33	0,73	18°NNO	0,50-1,00 en la trinchera	No visible
Pablo-Pablito	Mina Pablo	28,52	3,45	36,84	0,80	06°NNE	Decenas de m	Visible F.Lipeón
Pablo-Pablito	Mina Pablito del bloque	33,84	6,00	31,38	1,40	20°SE	Decenas de m	Visible F.Lipeón
	Mina Pablito del bloque	31,18	4,73	31,38	1,40	20°SE	Decenas de m	Visible F.Lipeón
Mal Paso	Arroyo Agua Negra	32,10	6,80	36,84	0,80	20°E	Decenas de m	Visible F.Lipeón
Mal Paso	Trinchera Ro-deo Chico	25,52	6,28	31,38	1,40	20°SE	Decenas de m	Visible F.Lipeón
	Trinchera Ro-deo Chico	25,52	6,28	31,38	1,40	20°SE	Decenas de m	Visible F.Lipeón

-----  
 continuación Planilla Resumen de Datos

Promedio total	Arroyo Mal Paso del bloque	33,09	1,45	42,28	0,87	45ºE	Decenas de m	Visible F.Lipeón
Las Garzas	Arroyo Las Garzas	30,24	4,84	34,43	1,15	36ºSE	Decenas de m.	Visible F.Lipeón
Fe 30,09		31,26	3,92					
ESP 3,86	Alto Las Picas	28,92	3,79	-	-	32ºESE	Decenas de m.	Visible F.Lipeón
Promedio total	del bloque.	30,09	3,86					
Las Cañas	Arroyo Las Cañas	24,77	8,00	41,45	0,30	11ºESE	3 m y Decenas	Visible
Fe 24,77		24,77	8,00					
ESP 8	del bloque							
Promedio total								
El Tunal	Morro del Que mado	26,87	1,92	29,47	0,63	23ºNE	2 m y Decenas	Visible F.Lipeón
	Corral - El Tunal	26,09	0,40			9º E	5 m y Decenas	Visible
Morro del Car dón	El Atal	27,75	2,00				15 m y Decenas	No Visible





Si bien los sectores seleccionados para los estudios del / control de los espesores y calidad de los mantos, han sido planificados con precisión, arealmente no son suficientes para el cálculo de / volúmenes; de allí que las cifras consideradas para la estimación de reservas, tienen el carácter de recursos minerales identificados (según la nomenclatura utilizada por el Bureau of Mine y el Geological / Survey de EE.UU., 1974) propuesta que hacemos extensiva para las cifras de estimación de reservas, en trabajos anteriores.

La continuidad en la corrida del manto se ve afectada por / la distorsión estructural que provocó regionalmente, un diseño tectónico de bloques fallados y basculados, y que localmente genera sistemas de fracturas (diaclasas) en juegos bien manifiestos. Estos juegos de / diaclasas que provocan dislocaciones internas en el manto ferrífero, / deberán tenerse en cuenta en las propuestas para labores de perforación y sistemas de explotación.

Por otra parte, también es importante considerar la relación / mena mineral-estériles. Al respecto sabemos que la cubierta de estériles que suprayacen a los mantos mineralizados, que generalmente está / conformada por las limolitas areno-arcillosas, gris verdosas y micáceas de la Formación Lipsón, alcanza valores que superan las decenas de metros de espesor, en un 70% del distrito. Estos valores de cubierta para el sector noroccidental (Bloque El Tunal - Hornitos), son marcadamente menores.

Tomando como base los datos de Pagés (1971) referente a la / proyección superficial de los mantos mineralizados inferida para cada bloque y los espesores y pesos específicos promedio correspondientes, se han estimado los recursos minerales del distrito ferrífero de Unchí / mé, elaborándose el siguiente cuadro de Recursos Mineros Identificados.





III.- PLANILLA RECURSOS MINERALES IDENTIFICADOS

Bloque	Denominación	% Fe Promedio	Espesor medio (m)	Proyección Superficial m <sup>2</sup>	Peso específico Promedio
I a IV	Las Garzas	36,05	3,36	2.339.749	3,28
V	Mal Paso	36,70	4,83	956.400	3,3
VI	Morro del Cardón (extrapolando datos)	35,70	3,44	2.345.225	3,25
VII y VIII	Las Cuevas	35,70	3,44	6.558.895	3,25
IX y X	Pablo - Pablito	39,27	4,93	4.195.707	3,20
XI y XII	El Tunal (Hornitos)	32,63	1,35	7.809.235	3,20

Ley pr Hierro: 36,34% Espesor pr : 3,56 m Peso específico pr : 3,25

Proyección Superficial total: 24.205.211 m<sup>2</sup>

Volumen total: 86.170.551,16 m<sup>3</sup>

Tonelaje en bruto: 280.054.290,75 Tn de material de mena ferrífera

Considerando la Ley promedio de 36,34% de Hierro obtenemos:

Tonelaje en fino: 101.771.729 Tn de Hierro Contenido



Comentario:

Los valores de 101.770.000 Tn de Hierro contenido, calculado a partir de un tonelaje en bruto de mena mineral de 280.000.000 Tn para una ley del 36,34% de Hierro total, obtenidos según el cuadro anterior (Pagés, 1971) muestran diferencias con respecto a las cifras de ley promedio de 30%, detallada en la planilla de resumen de datos. Esta divergencia de valores, se atribuye a las diferencias de expresión de los resultados, debido a que las leyes calculadas en nuestro laboratorio corresponden al Hierro contenido en estado férrico y no / al Hierro total de la muestra. También deben tenerse en cuenta una / dilución de los valores de espesores considerados para el muestreo y la reducida cantidad de labores estudiadas, en el presente trabajo / de comprobación.

Por último, se hace notar que por lo general, la mayoría / de los trabajos técnicos, no aluden a las reservas de Hierro conteni do, 100 millones de tn aproximadamente y consideran siempre como reser vas un total de 270 millones de Tn. sin aclarar al respecto; cifra que se refiere a un tonelaje en bruto de mena mineral, incluyendo los mate riales estériles asociados a los minerales ferríferos.

Únicamente a título orientativo y con la finalidad de ilus trar los contenidos totales de la mena, se detalla un análisis químico al 100%, realizado para una muestra de Unchimé.

Fe total	37,36%	Ca O	0,56%
SiO <sub>2</sub>	30,73%	TiO <sub>2</sub>	0,53%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,30%	K <sub>2</sub> O	0,24%
Pérd. p/calc.	4,56%	SO <sub>3</sub>	0,02%
Mg O	0,98	MnO	0,01%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,63%		

s/ KHD Humboldt Wedag Division Deutz Argentina S.A.



### VIII.- CONCLUSIONES

Este informe de acuerdo a los objetivos convenidos, tiene el caracter de trabajo de actualización y ampliación de la información / existante y comprobación de campo y laboratorio de los principales parámetros técnicos, empleados para la evaluación geológica de los mantos ferríferos de Unchimé.

La metodología implementada, ha permitido enfatizar sobre los aspectos geológicos referidos a la elaboración de columnas lito estratigráficas, mineralogía de las menas y determinación de tipos litológicos presentes en el distrito.

Estratigráficamente la cuenca ferrífera de Unchimé está conformada por sedimentitas ordovícicas, silúricas y devónicas de origen / marino; cretácicas de formaciones continentales y marinas restringidas y terciarias y cuartarias continentales.

Es importante el reconocimiento de las Formaciones Zapla (Ordovícico) y Lipeón (Silúrico) por ser unidades guías de exploración para la ubicación de los mantos ferríferos.

La Formación Zapla, caracterizada litológicamente de modo general, por diamictitas grises, constituye la unidad con la cual se relaciona el manto ferrífero I.

La Formación Lipeón caracterizada litológicamente, de modo general, por areniscas finas, váquicas micáceas y lutitas verde amarillentas, micáceas, es la portadora de los mantos ferríferos identificados como I y II.

El manto ferrífero I, se localiza en la base de la Formación Lipeón, en el distrito de Unchimé tiene una escasa distribución, habiendo sido localizado en Mina Patricia y en el arroyo El Tunal, próximo a Mina Rogelio.

El manto ferrífero II, emplazado entre los 60 y 160 metros por encima de la base de la Formación Lipeón, por su distribución es el de mayor importancia económica en el área.

///

Los mantos ferríferos están compuestos mineralógicamente por Cuarzo, Moscovita, Chamosita, Hematita y Siderita; la Biotita, Plagioclasa, Apatita, Turmalina, Circón, Pirita y restos fósiles, son constituyentes minoritarios.

Los principales minerales de Hierro (20 al 60%) de la mena son Hematita, Chamosita y Siderita.

La Hematita ( $Fe_2O_3$ ), se presenta como peloides, oolitas, intraclastos y cemento; aporta Hierro al estado férrico.

La chamosita  $(Mg,Al,Fe)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$  se emplaza en granos, intraclastos, oolitas y como fango en la matriz; aporta hierro al estado ferroso.

La Siderita ( $Fe_2CO_3$ ) se localiza como cemento, en forma de grumos, cristales y concreciones; aporta Hierro al estado ferroso.

Los componentes minerales citados anteriormente, definen la variabilidad de la Ley de Hierro de la mena, en función de sus proporciones relativas, texturas, evolución diagenética y grado de mezcla con los componentes detríticos no ferríferos; asociado a estos factores están los propios de la cuenca de sedimentación y la intensidad de la deformación estructural.

Los materiales de ganga más comunes son aportados por el Cuarzo, presente en porcentajes que varían entre el 20 y 40% y la Moscovita (5 - 10%); los restos fósiles y la Apatita son los responsables de la presencia del Fósforo de la mena ferrífera.

Los tipos litológicos dominantes que componen la mena en orden de importancia son:

tipo litológico 9: Wacke peloidal hematítica chamosítica, con contenidos de Hematita de 20 a 40%.

tipo litológico: 2: Hematita peloidal arenosa, con contenidos de hematita de 30 a 45%.

tipo litológico 10: Wacke chamosítica con contenidos de Hematita promedio de 10%.

tipo litológico 12: Lámbo wacke arenosa cuarzo-mica chamosítica, /

con contenidos de Hematita entre 1 y 15%.

En las texturas arenosas medianas a gruesas, con alta proporción de granos peloidales, los contenidos semicualitativos en Hematita son mayores, generando las leyes medias más altas del distrito; cuando en estas texturas predominan los granos y oolitas de Chamosita, los contenidos de Hierro férrico son intermedios y/o bajos.

En las texturas arenosas finas y pelíticas, hay predominio de Chamosita, ya sea como granos o matriz arcillosa, en consecuencia los contenidos semicualitativos en Hematita son bajos.

Los procesos diagenéticos que han actuado en los mantos ferríferos son: hematitización, sideritización, chertización, chamositización y compactación.

La hematitización, originada a partir de chamosita y siderita, es el proceso diagenético más importante, ya que es el responsable de los contenidos más elevados en Hierro. Ésta encuentra mayores condiciones para desarrollarse, en ambientes de alta energía mecánica, cercanos a la costa y mayor respuesta en las texturas medianas y gruesas.

Las características texturales, las estructuras sedimentarias, la composición mineralógica, la asociación fosilífera y la distribución paleogeográfica, determinan un ambiente de formación y depósito, de origen marino.

Rasgos particulares externos a la cuenca de sedimentación, como el clima, en este caso de tipo tropical, juega un papel importante tanto en la liberación de componentes del continente, como en las condiciones de formación en la cuenca.

La distorsión estructural que ha sufrido el área de Unchimé, ha generado un diseño tectónico de pliegues, fallas y diaclasas que afectan la continuidad del manto. Las fallas de mayor envergadura son de tipo inversa, generando bloques hundidos y levantados; a su vez existen sistemas de fallas menores de alivio, que provocan variaciones de la posición y distribución del manto en la zona. Los juegos de diaclasas se manifiestan en dislocaciones locales de los mantos.



Para la definición de la potencia de la mena, por un lado se / tiene en cuenta lo que genéricamente se denomina manto, aludiéndose al / conjunto de estratos mineralizados, con diferentes niveles de hematitiza / ción y los materiales estériles interestratificados; de tal manera, los / espesores medidos alcanzan valores máximos variando entre 1,45 y 12 me / tros.

Por otra parte, los valores de espesores pueden restringirse / únicamente a estratos con mayor mineralización reduciendo las potencias / medias, pero aumentando las leyes en Hierro.

Se considera válidos los valores del 36,34% de Hierro total, / calculado como ley media del yacimiento para un espesor promedio de 3,56 / metros.

Las leyes media que alcanzan tenores entre el 30% y el 35% en / Hierro férrico, para potencias promedios entre 4 y 6 metros, pueden lla / gar a valores ligeramente superiores al 40% en Hierro férrico para nive / les del manto con espesores inferiores a un metro.

Se determinan como recursos del yacimiento, con el carácter de / recursos minerales identificados, 280.000.000 de toneladas de mena mine / ral, lo que constituye el tonelaje en bruto del yacimiento, con //// / 101.770.000 toneladas de Hierro contenido, es decir el tonelaje en fino, / para una ley media del 36,34%.

La cubierta de estériles que suprayacen a los mantos minerali / zados, tienen valores que alcanzan decenas de metros en un 70% del dis / trito; en el sector noroccidental, concordante con el bloque El Tunal / (Hornitos), las cifras son marcadamente menores.

El aprovechamiento de las menas ferríferas de Unchimé, también / estará condicionado por los resultados que se obtengan en los diferentes / estudios desarrollados en el proyecto, principalmente los referidos a / los ensayos de tratamiento y beneficio, que permitan elevar los conteni / dos de hierro de la mena a valores comerciabilizables, de acuerdo a los / requerimientos de la siderurgia regional y nacional.



## IX.- RECOMENDACIONES

Como colorario final del trabajo realizado y las conclusiones / arribadas, se exponen las siguientes recomendaciones:

En lo que respecta al tema "aspectos geológicos mineros" de las menas ferríferas, el presente trabajo puede considerarse como básico para la formulación del anteproyecto minero industrial del grupo minero Unchimá, debiendo complementarse con los perfiles geológicos de campo que se / estaban desarrollando, tendientes a la determinación de los espesores de las unidades litológicas y principalmente, a la definición de los patrones estructurales que controlan la posición y distribución de los mantos ferríferos.

Para los estudios geológicos de detalle, se han delimitado áreas de mayores perspectivas económicas, surgiendo de este trabajo el siguiente orden de prioridad:

1ª) Bloque El Tunal u Hornitos: que comprende las áreas mineralizadas de Mina Patricia, Tres Marías, Filo del Portezuelo, Labor T83, La Cascada, / Mina Rogelio, Cañada de Transelino y Labor 243.

A su vez en este bloque, se aconseja demarcar sectores considerando los como futuros frentes de explotación, para efectuar los controles técnicos de avance y la delimitación topográfica correspondiente, a escalas de detalle.

De acuerdo a lo recomendado por los responsables de este estudio, se concretaron los estudios de tratamiento y beneficio de muestras mineralúrgicas de este bloque, habiendo arrojado resultados promisorios para la / consideración económica de estas menas ferríferas (Informe INBEMI), lo cual condice que las muestras a extraerse en los frentes de explotación seleccionados, deben seguir los modelos químicos y mineralógicos de las muestras / mineralúrgicas tratadas.

2ª) Bloque Mal Paso: que comprende el sector centro oriental del distrito delimitado por las quebradas de Mal Paso y Agua Negra.

///



Se recomienda intensificar los controles de la continuidad en /  
corrida y la proyección superficial del manto, dado que si bien las condi-  
ciones de yacencia resultan interesantes, existe una posición topográfica  
adversa, con espesa cubierta de estériles.

39) Bloque Pablo - Pablito: ubicado en el sector nororiental del distri-  
to, en la zona de cabecera de la quebrada de los Monos.

En esta zona en la cual, anteriormente, se han ejecutado labores  
subterráneas, actualmente soterradas (Mina Pablo) resulta de mayor interés,  
los frentes expuestos de Mina Pablito, ya que el manto presenta caracterís-  
ticas de yacencia para una probable explotación a cielo abierto.

Además, se propone efectuar un control de la corrida del manto /  
aflorante en Mina Pablito, ya que puede conectarse con el sector mineraliza-  
do del bloque Mal Paso, de tal manera podría generarse un área de aprovecha-  
miento conjunto.

Tanto para los bloques citados como para los restantes bloques, /  
que componen el distrito ferrífero de Unchimé, se recomienda continuar con  
las tareas de exploración avanzada, utilizando las antiguas trincheras y /  
frentes y planificando nuevas labores exploratorias, principalmente perfora-  
ciones, con coronas sacatestigos y alcances entre 10 y 70 m de profundidad.

En todos los casos las tareas geológicas exploratorias de avance  
tendrán que realizarse con las vinculaciones topográficas correspondientes.

Previo a todo tipo de tareas de campo, se recomienda el reacondi-  
cionamiento de huellas existentes, aperturas de nuevas picadas y limpieza  
de frentes, de modo de contribuir a la celeridad en los accesos a los secto-  
res mineralizados y a la mayor eficiencia en los trabajos que se realicen.

El estado actual que se observa en el antiguo campamento Unchimé,  
con una creciente cobertura vegetal desarrollada en los accesos y en las /  
viviendas que lo componían y el desmantelamiento de techos y carpintería /  
llevadas a cabo por terceros, generan una imagen de abandono que merecere

///





vertirse, en función de los esfuerzos que se están realizando y las futuras tareas, que incluye demandarían la presencia de probables inversores, por lo que se recomienda el acondicionamiento y mantenimiento de las dos viviendas, situadas en la entrada, que presentan mejores condiciones de recuperación.

Para los estudios de mena en laboratorio, además de contarse / con las muestras de archivo provenientes de este trabajo y las que se agreguen con las extracciones que se efectúen en las exploraciones de avance, se aconseja investigaciones químicas que determinen los componentes / mayoritarios, minoritarios y trazas, con análisis al 100%; estudios calco gráficos en probetas metalográficas y mineralógicos con microsonda y rayos X, en los casos que así lo requieran.

Sobre la base del trabajo realizado, la infraestructura y experiencia adquiridas, se recomienda la continuidad del estudio, en las etapas de avance, implícita en todo proyecto geológico-económico, concentrando los esfuerzos en los sectores de mayores posibilidades e intensificando las tareas exploratorias en los otros bloques del distrito.

La continuidad del estudio, debe contemplar la incorporación de otras áreas de interés de la Provincia, tales como las zonas ferríferas / de Santa Cruz, ubicada en el Dpto. Santa Victoria y las de origen volcánico, en el Dpto. Los Andes, de tal manera de correlacionar la información técnica y obtener los datos básicos que puedan evaluar el aprovechamiento común del recurso ferrífero provincial.

SALTA, 12 de Mayo de 1989

Lic. Miguel Angel Boso

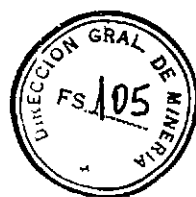
Lic. Alfredo Luis Castillo



IX.- REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO

- Angelelli, V.; E. Galloni; A. Arrospide y C. Figini, 1976. La clorita del yacimiento ferrífero de Zapla, provincia de Jujuy. Asoc. Geól. / Arg. Revista, 31 (3): 223 - 231.
- Baldis, B.A.; R. Gorroño; J. Ploskiewicz y R. Sarudiansky, 1976. Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. VI Congreso Geológico Argentino, Actas 1:3 - 22, Bahía Blanca.
- Bien, C.S.; D.E. Contois y W.H. Thomas, 1958. The removal of silice from freshwater entering the sea. Geochim. Cosmochim. Acta 14, / 1: 35-54.
- Boso, M.A. y C.R. Monaldi, 1984. Hallazgo de Pseudoclimacograptus (Graptolithina) en la base de la Formación Lipeón, sierra de Puesto Viejo, Jujuy. Reunión de Comunicaciones Científicas A.P.A. Tucumán.
- Bossi, G.E. y J.G. Viramonte, 1975. Contribución al conocimiento de la Petrología de los yacimientos ferríferos sedimentarios de Zapla y Unchimé (provincias de Jujuy y Salta, República Argentina). Segundo Congreso Ibero-Americano de Geol. Económica, Actas V: 181-202.
- Carroll, D. 1958. Role of clay minerals in the transportation of iron. Geochim. et Cosmochim., Acta 14: 1-27.
- Carozzi, A.V., 1961. Distorted oolites and pseudo-oolites. Journ / Sediment. Petrol., 31: 262 - 274.
- Chauvel, J.J. y E. Dimroth, 1974. Facies types and depositional environment of the Sokoman Iron Formation, Central Labrador trough, Quebec, Canadá. Journ. Sediment. Petrol., 44: 299-327.
- Curtis, C.D. y D.A. Spears, 1968. The formation of sedimentary iron minerals. Economic Geology, 63: 257-270.

///



- Curtis, C.D.; C. Petrowski y G. Dertel, 1972. Stable carbon isotope ratios within carbonate concretions a clue to place and time of formation. Nature 235: 98-100.
- Dimroth, E., 1976. Aspects of sedimentary petrology of cherty / iron formation: in K.H. Wolf, ed., Handbook of stratiform and stratiform ore deposits: Elsevier, Amsterdam.
- Dimroth, E. y J.J. Chauvel, 1973. Petrography of the Sokoman / Iron Formation in park of the central Labrador trough, Quebec, Canadá. Geol. Soc. Amer. Bull., v.84: 111-134.
- Flehmig, W., 1970 Zum Vorkommen von  $\text{SiO}_2$  in Nadeleisenerzooxiden Contr. Mineral and Petrol. 28: 19-20
- Folk, R.L. y C.E. Weaver, 1952. A study of the texture and composition of chert. Am. J. Sci., 250: 498-510.
- French, B.M., 1973. Mineral assemblage in diagenetic and low - grade metamorphic iron formation. Econ. Geol., 68: 1063-1074.
- Garcia Ramos, J.C., 1980. Evolución diagenética de compuestos de hierro sedimentarios y su papel en la coloración de sedimentos / del Devónico de la Cordillera Cantábrica (Asturias y León). Revista Inst. Invest. Geol. Diputación Provincial Univ. Barcelona, 34: 281-292.
- Goodwin, A.M., 1956. Facies relations in the Gunflint iron-bearing formation. Econ. Geol., 51: 687-728.
- Hagerman, T., 1933. Informe preliminar sobre el levantamiento / geológico del departamento de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy. Bol. Inf. Petrol., 10 (107): 451-496. Buenos Aires.
- Harrington, H.J. y A.F. Leanza, 1957. Ordovician trilobites of / Argentina. Univ. Kansas, Spec. Publ. 1: 1-259. Lawrence.
- Ho, E. y J.M. Coleman, 1969. Consolidation and cementation of recent sediments in the Atchafalaya Basin. Geol. Soc. Amer. Bull. 80: 183-192.

///



- Knox, R.W.O.B., 1970. Chamosite oolites from the Winter Gill Ironstone (Jurassic) of Yorkshire, England. Jour Sedim.Petrol., 40 (4): 1:216-1.225.
- La Berge, G.L., 1964. Development of magnetite in iron formations of the Lake Superior region. Econ.Geol., 59: 1.313-1.343.
- Liss, P.S. y C.P. Spencer, 1970. Abiological processes in the removal of silicate from sea water. Geochim.Cosmochim. Acta, 34: 1.073-1.088.
- Mauri, E.T., 1966. Geología general del yacimiento ferrífero de Uchimé. Instituto Nacional de Geología y Minería, informe inédito. Buenos Aires.
- Mon, R., 1971. Estructura geológica del extremo austral de las Sierras Subandinas. In: Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Ciencias, 1: 95-137. Córdoba.
- Monaldi, C.R., 1988. El Ordovícico de la sierra de Zapla, provincia de Jujuy. Tesis Doctoral, inédito. UNSa.
- Monaldi, C.R. y M.A.Boso, 1987. Dalmanitina (Dalmanitina) Subandina nov.sp. (trilobita) en la Formación Zapla del norte argentino. IV / Congreso Latinoamericano de Paleontología. Actas: 149-157. Bolivia.
- Mortimer, C.H., 1941. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. Journ. Ecology, 29: 280-329.
- \_\_\_\_\_, 1942. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. Journ Ecology, 30: 147-201.
- Nieniewski, A. y E.Wleklinski, 1950. Contribución al conocimiento del anticlinal de Zapla (provincia de Jujuy). Asoc.Geol.Arg., Revista, / 5(4): 169-203. Buenos Aires.
- Oertel, G. y C.D. Curtis, 1972. Clay ironstone concretions preserving fabrics due to progressive compaction. Geol.Soc.Am.Bull, 83: 2.597 - 2.606.
- Padula, E., E.O.Roller, A.Mingramm, R. Criado, M.A.Flores y B.A.Baldis, 1967. Devonian of Argentina. Intern.Symp.Dev.System, II: 165 - / 199. Calgary.

///

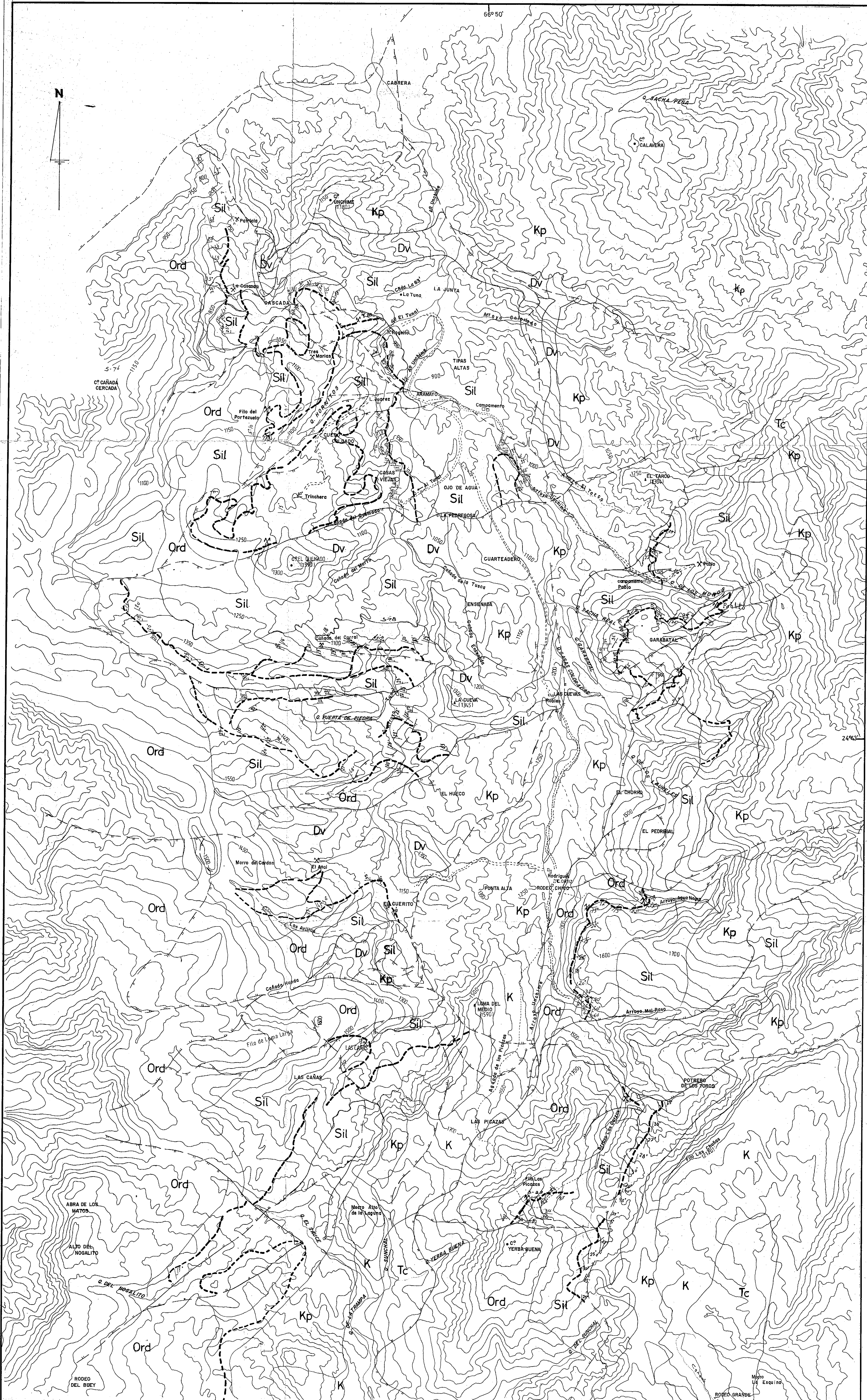


- Pagés, C., 1971. Informe expeditivo de los yacimientos de hierro de Unchimé y Santa Bárbara. Dir. Nac. Geol. y Minería. Informe inédito.
- Parks, G.A., 1967. Aqueous surface chemistry of oxides and complex oxide minerals. in: Equilibrium Concepts in natural water systems. W. Stumm, ed. Am. Chem. Soc. Washington, 121-160.
- Porrenga, D.H., 1966. Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environment. Mar. Geol., 5: 495-501.
- \_\_\_\_\_, 1967. Clay Mineralogy and Geochemistry of Recent Marine Sediments in Tropical Areas. Stolk, Dordrech, 145.
- Reyes, F.C. y J.A. Salfity, 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino, Quinto Congreso Geol. Arg. Actas III: 355-385.
- Ruiz Huidobro, O.J., 1955. Tectónica de las hojas Chicoana y Salta. Asoc. Geol. Arg., Revista, 10 (1): 7-43. Buenos Aires.
- Sarkar, B., 1973. Deformed oolites in the Precambrian Bhanden limestone, India. J. Sedim. Petrol., 43: 636-693.
- Sellwood, B.W., 1971. The genesis of some sideritic beds in the Yorkshire Lias (England). Journ. Sed. Petrol., 41 (3): 854-858.
- Schalagintweit, O., 1943. La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla en la Argentina y Bolivia. Rev. Min. Arg., 13 (4): 115-127.
- Strakhov, N.M., 1967 - 1969. Principles of Lithogenesis. Tomos I y II, Consultants Bureau, New York.
- Terry, R.D. y G.D. Chillingar, 1955. Summary of "Concerning some additional aids in studying sedimentary formations" by M.S. Shvetsov. Jour. Sed. Petrol., 25: 229-234.
- Turner, J.C.M., 1958. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy). Asoc. Geol. Arg., Revista XIII (1): 15-39. Buenos Aires.

///



- Turner, J.C.M., 1960. Estratiografía de la sierra de Santa Victoria y adyacencias. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín / 41: 163-196. Córdoba.
- Valencio, D.A., B.J.J. Embleton y J.F.A. Vilas, 1971. Reconstrucción y evolución del continente Gondwana sobre la base de datos paleomagnéticos y de la propagación del fondo de los océanos. Asoc. Geol. Arg., Revista 26: 5-23. Buenos Aires.
- Vilela, C.R., 1951. Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo Dolomítico en la Puna Salto-Jujeña y su significado geológico. Asoc. Geol. Arg. Revista VI: 101-107. Buenos Aires.
- Zajac, I.S., 1974. The stratigraphy and mineralogy of the Sokoman Formation in the Knob Lake area, Quebec and Newfoundland. Geol. / Surr. Can. Bull., 220: 1-159.



# FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS MENAS FERRIFERAS DE UNCHIME

PLANO GEOLOGICO

Aspectos Geologicos/Mineros

Convenio Direccion General de Mineria - UNSa - C.F.I.

Lic. A.L. Castillo - Lic. M.A. Boso

Tomado de Mauri E. (1966). Modificado.

Mayo - 1989

## REFERENCIAS

### GEOLOGICAS

- |  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Tc</b> Subgrupo Santa Barbara       | Mantos ferriferos  |
| <b>K</b> Formaciones Lecho y Yacoraité | Fallas             |
| <b>Kp</b> Subgrupo Pirgua              | Contacto geológico |
| <b>Dv</b> Devónico                     | Rumbo y buzamiento |
| <b>Sil</b> Silúrico - Fm. Lipeón       |                    |
| <b>Ord</b> Ordovícico                  |                    |

### CARTOGRAFICAS

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| Puestos                   | Huella minera                  |
| Labor y lugar de muestreo | Culminacion orográfica         |
| Quebradas y arroyos       | Curva de nivel y punto acotado |

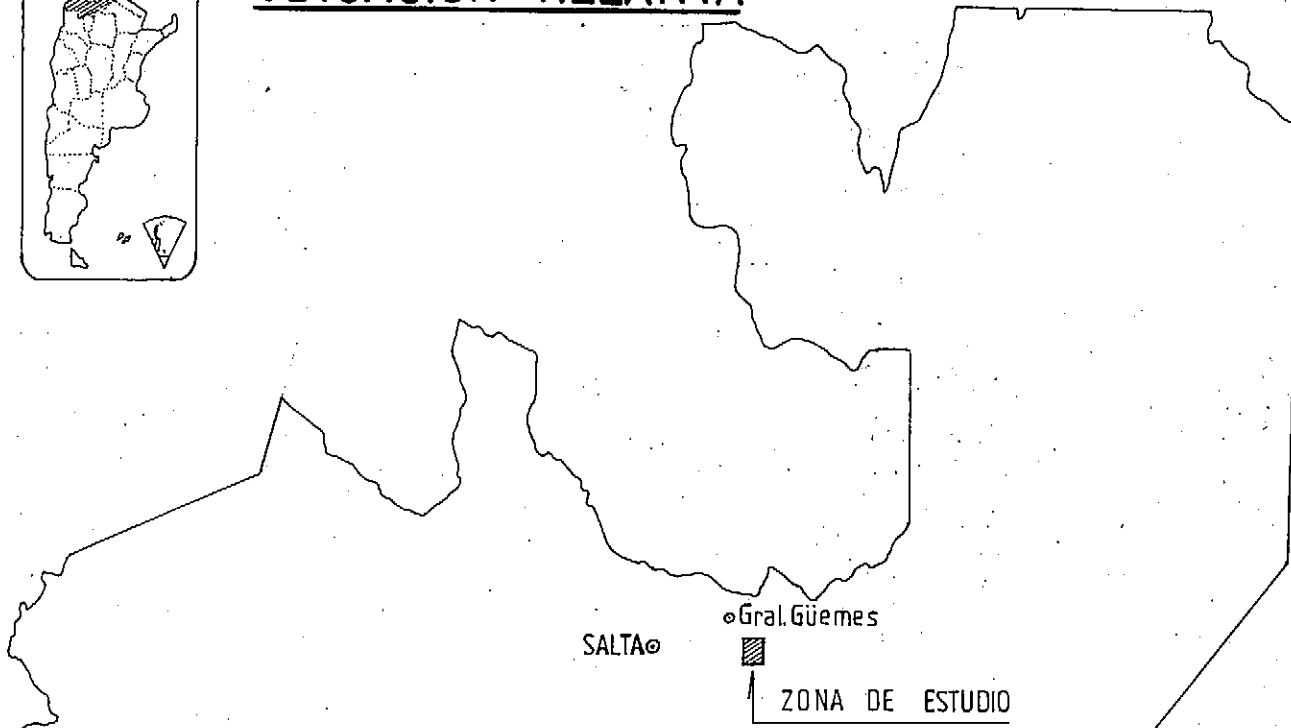
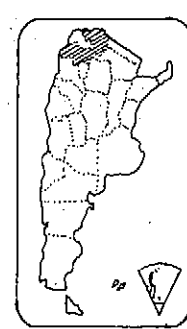
EQUIDISTANCIA : 50 m

ESCALA

0 500 1000 m

1 : 20.000

## UBICACION RELATIVA



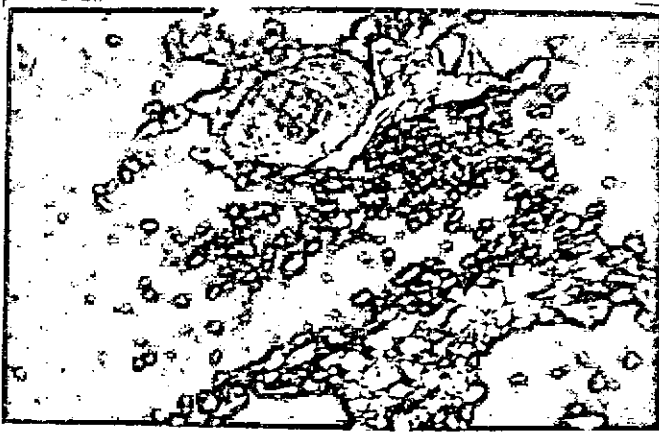


Gráfico 1: Tipo litológico 1.  
Lámina de limonita ferruginosa  
dentro del T.L. 9. 4x.N//

Gráfico 2: Tipo litológico  
2. Peloides hematíticos /  
bien seleccionados rodea-  
dos por cuarzo fino 4x.N//

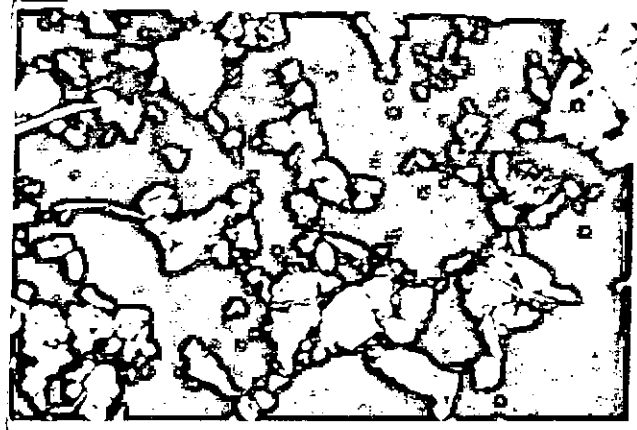


Gráfico 3: Tipo litológico  
4. Peloides hematíticos y  
abundante cuarzo detrítico  
y antigénico. 4x.N//





Gráfico 4: Tipo litológico 5. Abundantes peloides en fango chamosítico; escasos cuarzos detríticos. Resto fósil (borde superior derecho) 4x.N//

Gráfico 5: Tipo litológico 8. Oolitas multicapas, núcleos de peloides y capas de chamosita, rodeados por abundante matriz. 4x.N//

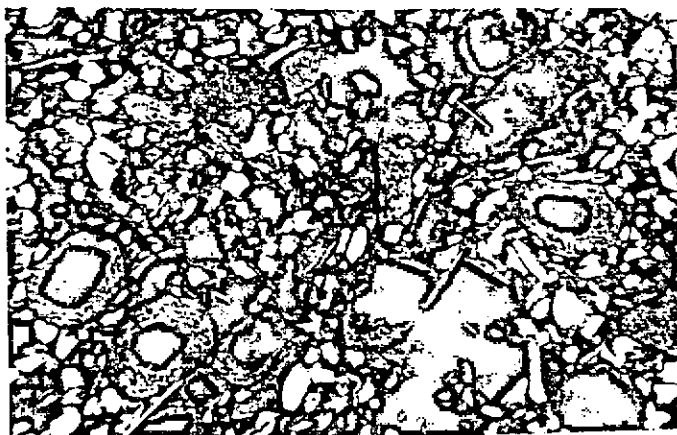


Gráfico 6: Tipo litológico 9. Peloides, granos / de chamosita y cuarzo mal seleccionados en abundante matriz. 4x.N//

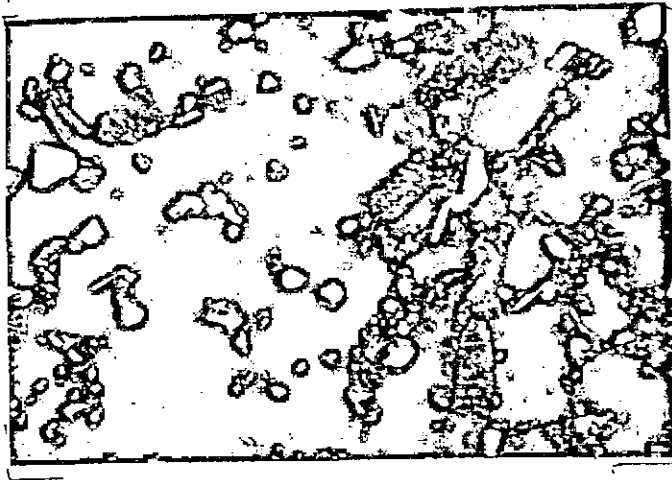


Gráfico 7: Tipo litológico 10. Abundantes granos de chamosita elipsoidales escasos peloides y cuarzo en matriz chamosita-cuarzo-mica. 4x.N//

Gráfico 8: Tipo litológico 11. Predominio de cuarzo detrítico tamaño arena fina, escasos peloides y matriz hematitizada. 10x.N//

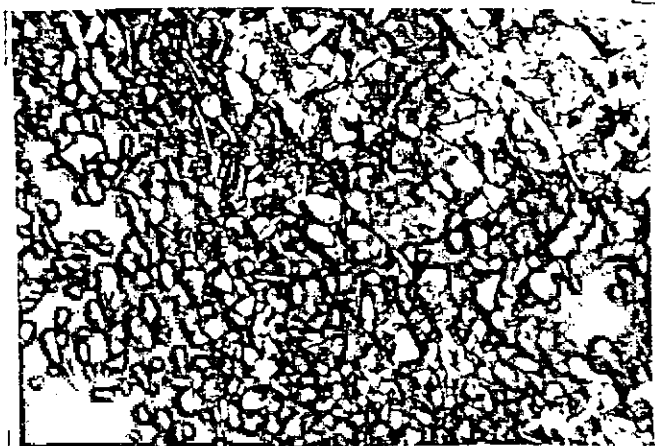
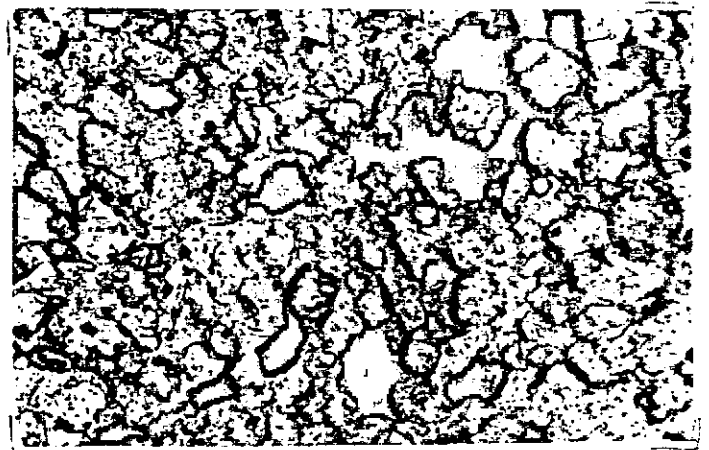


Gráfico 9: Tipo litológico 12. Cuarzo limoso, abundantes micas rodeados por fango chamosítico / 4x.N//



Gráfico 10: Tipo litológico 13. Cristales de siderita / crecidos en fango de arcilla chamosítica. Un grano de chamosita. 10x.N//

Gráfico 11: Tipo litológico 14. Fango chamosítico soporte, cuarzo, micas, biotita desferrizada. 4x.N//

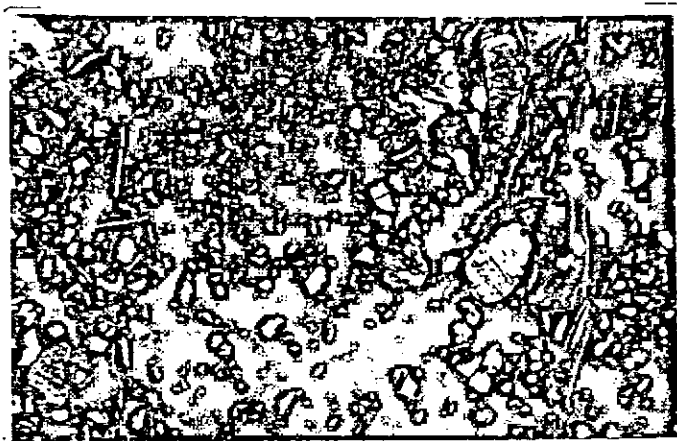


Gráfico 12: Tipo litológico 17. Escasos granos de chamosita inmersos en matriz fango soporte muscovítica. 4x.N//

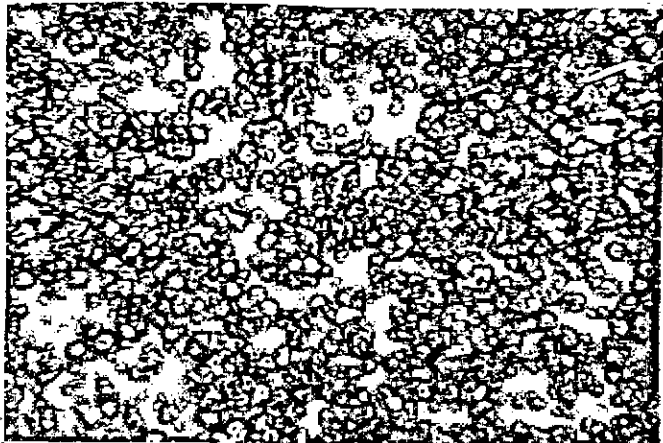


Gráfico 13: Tipo litológico 19. Escasas partículas de cuarzo y muscovita en masa de siderita gruesa con bordes oxidados.

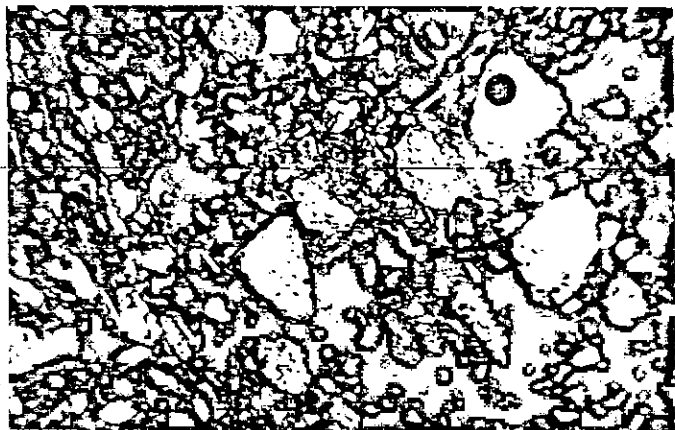


Gráfico 14: Tipo litológico 20. Escasos granos de chamosita con bordes sideritizados en matriz chamosítica-cuarzo-mica. Cemento siderita microcristalina hematitizada. 4x.N//.



FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LAS  
MÉNAS FERRIFERAS DE UNCHIME

---

## TRABAJO EXPERIMENTAL Y CONCLUSIONES



### 1. Trabajo Experimental

Se recibieron muestras de minerales provenientes de las siguientes zonas de las sierras de Unchimé:

- Mal Paso (Límite meridional y ladera rodeo chico).
- Mina Pablo.
- Bloque El Tunal.

El esquema de tratamiento seguido para cada una de estas muestras está indicado en las figuras I, II y III respectivamente.

#### Mineral de Mal Paso

Luego de mezclar el material de las dos precedencias, debido a la similitud existente, fue sometido a una reducción de tamaños en chancadora hasta  $< 15\text{mm}$  y en molino de martillos para obtener un material (mena oxidada) cuyas características se indica en la Tabla N°1.

Luego de un cuarteo sobre el material antes mencionado se realizaron las siguientes operaciones sobre el mineral oxidado:

- Separación magnética de media intensidad, en seco, en un separador de disco con intensidades de corriente de 3, 5, 8, 13 y 15A.
- Separación magnética de alta intensidad en húmedo, en un separador tipo Matrix, con relleno de placas ferromagnéticas, trabajando con una intensidad de corriente de 20A.

Otra parte del mineral oxidado fue tostado en un reactor de lecho fluidizado de 10cm de diámetro, empleando gas natural como reductor y agente de fluidización y con las condiciones de trabajo especificadas en Tabla N°2. Sobre el producto tostado así obtenido se llevó a cabo una separación magnética de baja intensidad de campo *en un separador tipo Davis (húmedo), trabajando con intensidad de campo correspondientes a corrientes de 2,0; 3,4 y 4,0A.*

Además de estos ensayos tipo batch, se efectuó un solo ensayo en un separador tipo Crocket de cinta sumergida.

Los resultados obtenidos en todos estos ensayos están indicados en la Fig. N°1.

#### Mineral de Mina Pablo

A diferencia del caso anterior, este mineral fue *molida* a tres granulometrías distintas:



- 100M, - 200M y 270M. La granulometría y leyes de estas fracciones están incluidas en la Tabla N°3.

Cada fracción fue tostada hasta magnetización total, con tiempo de residencia de 1 hora a 600°C (siempre usando el mismo reactor de lecho fluidizado). Sobre cada producto tostado se realizaron ensayos de separación magnética de baja intensidad, en separador de tubo Davis, trabajando a 1,0 , 1,4 y 2,0A. Los resultados de estas experiencias están indicados en la Figura N°2.

### Mineral Bloque El Tunal

Una muestra chancada de esta procedencia, recibida el 27/2/89, // fue molida en molino de martillos hasta la granulometría indicada en la Tabla N°4. Este producto fue tostado en el reactor de lecho fluidizado, hasta magnetización total, en condiciones similares a las indicadas para el mineral de Mina Pablo.

El material tostado fue sometido a separación magnética de baja intensidad en el separador Davis, trabajando 1,0 , 1,4 y 2,0A. Las recuperaciones, rendimientos y leyes de los concentrados obtenidos se indican en la Figura N°3.

## 2. Conclusiones

Tanto para el mineral de Mal Paso *como para el* de Mina Pablo se obtienen resultados no satisfactorios, con leyes de interés, pero con muy bajas recuperaciones, o a la inversa. Por ejemplo:

- Para mineral de Mal Paso, previamente tostado, se logran aumentos de leyes de alrededor de 17 puntos (31,5% al 48,5%) pero con recuperaciones del 32%, no admisibles en una explotación industrial.

- Para mineral de Mal Paso oxidado se logran recuperaciones aceptables, de 79,5%, pero con muy pequeños aumentos de ley (de 31,6 a 33,9% en separador de disco).

- ~~El~~ mineral de Mina Pablo, tostado, se comporta algo mejor que el precedente de Mal Paso, ya que:

- Se logran aumentos de alrededor de 9,5 punto (43,5 a 53,0), pero con recuperación del 35%.

- Aumentando la ley en cuatro puntos (desde 43,4 a 47,4) se obtiene una recuperación de 91%.

El mineral de Bloque El Tunal es el que presenta mejores resultados metalúrgicos:

- Para un incremento de ley de 15 puntos (desde 40,0 a 55,0) //.



se obtiene una recuperaci3n del 40%.

- Para un incremento de ley de 10 puntos (desde 40,0 a 50,0) se obtiene una recuperaci3n del 80%.

Se considera que este 3ltimo resultado es el mejor de todos los obtenidos y debera ser considerado como dato b3sico de diseo de una planta de tratamiento, si las reservas del Bloque El Tunal son adecuadas para ello.

Conviene aclarar que los resultados alcanzados con el mineral del Bloque El Tunal pueden tener una ligera mejorfa moliendo el mineral a granulometrfa mas finas, lo cual merece un estudio m3s profundo que podria efectuarse en el futuro, en funci3n del inter3s que presentan las reservas de este Mineral.



## PROCESO DE TRATAMIENTO PROPUESTO



En base a los resultados obtenidos en los ensayos experimentales llevados a cabo sobre el mineral de hierro de Unchimé, se propone un diagrama de procesamiento para la beneficiación de dicho mineral, con la finalidad de transformarlo en una materia prima útil para una planta siderúrgica a instalarse eventualmente en la zona. Para ello se han debido tener en cuenta los siguientes factores:

- 1- El mineral de las Sierras de Unchimé, al igual que el de Zapla, presenta un alto contenido de fósforo (0,4 a 0,6% de fósforo elemental).
- 2- Los concentrados que pueden obtenerse económicamente, con recuperaciones aceptables desde el punto de vista industrial, no superan a leyes del orden del 50 a 52% de hierro (con recuperaciones del 80%).
- 3- Para obtener un grado de liberación adecuado en el mineral es necesario someter a este, previamente a la separación magnética, a una operación de molienda tal que el 90% del producto obtenido pase por un tamiz de 100M. ( $< 150 \mu$ ).

El primer punto exige que la Planta Siderúrgica a montarse deba contar con una acería apta para procesar arrabios fosforosos, tal como se da en el Establecimiento Altos Hornos Zapla, en el cual el arrabio producido en los Altos Hornos es refinado en convertidores B O S (Botton Oxigen System) con revestimientos refractarios básicos adecuados para trabajar con escorias fuertemente alcalinas (con alto contenido de CaO.), necesarias para eliminar el fósforo, que en tales condiciones pasa desde la fase metálica del baño de refinación a la fase escoria bajo la forma de fosfato de calcio.

El punto N°2 impide pensar en instalar una planta de Reducción Directa, para llevar a cabo la reducción del mineral de hierro a hierro metálico bajo la forma de hierro esponja.

En efecto, tales plantas exigen utilizar como materia prima portadora de hierro, un mineral calibrado o aglomerado (pellet) con contenidos de hierro superiores al 65%, lo que es debido a que toda la ganga contenida en el mineral alimentado queda incluida dentro del hierro esponja obtenido, dificultando el posterior proceso de afinación. Por otra parte, dichas plantas no

trabajan adecuadamente con altos contenidos de fósforo. Por todo lo expuesto, la etapa de reducción debería llevarse a cabo en un Alto Horno.

El punto N°3 implica que como se obtiene un concentrado de granulometría fina (<100M) este debe ser aglomerado antes de // ser enviado al Alto Horno, debido a que estos hornos no pueden operar con finos (digamos menores que 10/12mm), los que originan graves problemas para la circulación adecuada de los gases a través del lecho.

Por todo lo explicado con anterioridad, se llega a la conclusión que el esquema global de la Planta Siderúrgica que podría eventualmente instalarse en la región, debiera responder al indicado en la Fig.4.

En esta figura se supone que el Alto Horno trabajará con carbón de leña, aprovechando la abundancia de esta materia prima en el Chaco Salteño, es decir un funcionamiento similar a los Altos Hornos del Establecimiento Altos Hornos Zapla. Esto implica, por la baja resistencia mecánica a la compresión de este carbón, trabajar con hornos pequeños, con capacidades del orden de 125.000 Ton. de arrabio/año.

La aglomeración del concentrado podría efectuarse por un proceso de sinterización precedido por una micropelletización del concentrado fino obtenido en la beneficiación.

De todas las etapas del proceso siderúrgico integral indicado en la Fig.N°4, dentro del convenio al que corresponde el presente informe se estudiaron solamente las correspondientes a Trituración y Molienda y a la concentración del mineral, es decir, lo que comunmente se conoce como proceso de beneficiación del mismo.

El esquema de beneficiación que se propone se indica en la // Fig.N°5.

Este esquema admite que el mineral bruto que sale de la explotación minera es almacenado en un silo provisto en su boca de carga de una parrilla fija, con abertura de 10" entre barras, lo que asegura para el mineral almacenado un tamaño máximo de 10".

Este mineral es sometido a una primera etapa de trituración // (trituración primaria), en que su tamaño máximo es reducido desde 10" a 4". Se prevé que esto puede llevarse a cabo en una trituradora de mandíbulas.

El producto de trituración primaria pasa a una segunda etapa de trituración (trituración secundaria) que reduce su tamaño //...



máximo de partícula desde 4" a 3/4". Se prevé aquí utilizar una máquina trituradora tipo Symons (o similar) trabajando en circuito cerrado con una zaranda vibratoria de 3/4".

El material que sale de la planta de trituración (-3/4") entra a una planta de molienda gruesa que trabaja en seco, formada por:

- Molino giratorio de barras provisto de descarga periférica, que según el manual de Allis Chalmers es adecuado para molienda gruesa (seca o húmeda) alimentada por un material con 80% pasante 3/4" y tamaño máximo menor que 1 1/2", y un producto con tamaño // máximo de 1,5mm.

- Zaranda vibratoria de eje excéntrico o polea desbalanceada, de 1,5mm de abertura de malla, trabajando en circuito cerrado con el molino.

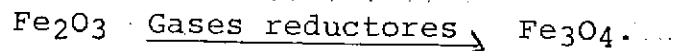
Si el mineral ingresa muy húmedo a la planta de molienda, lo que depende de las características de la explotación minera y de las condiciones climáticas (variable durante el año en la zona) hay que prever la instalación de una etapa de secado anterior a la molienda, para evitar el atascamiento de la zaranda.

Esto podría hacerse en un secadero rotativo en el que el mineral fuese secado en contracorrientes mediante gases calientes provenientes de la tostación o de la usina de la planta.

El mineral molido ingresa en la planta de tostación, formada por tres lechos fluidizados que trabajan en serie, en la cual los sólidos circulan en contracorrientes con el gas fluidizante:

- En un primer lecho (teniendo en cuenta el movimiento del sólido) el mineral se precalienta, utilizando para ello el calor sensible de los gases residuales de la tostación.

- En el segundo lecho tiene lugar la tostación reductora magnetizante propiamente dicha, en la cual el mineral de hierro original es transformado en magnetita ( $Fe_3O_4$ ), es decir, en un óxido de hierro de alta permeabilidad magnética:



El gas reductor, y al mismo tiempo gas fluidizante, se obtiene por combustión incompleta de gas natural...

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos a escala de Planta Piloto, trabajando con temperaturas comprendidas entre 550 y 650°C y tiempos de residencia entre 60 y 90 minutos pueden lograrse en este proceso magnetizaciones cercanas al 100%.



- En el tercer lecho, el producto tostado se enfría cediendo calor al aire de combustión a utilizarse en la etapa de tostación.

El producto tostado que sale de la planta de tostación ingresa a una planta de molienda fina, que tiene como objetivo alcanzar un grado de liberación del mineral, tal que permita obtener buenos resultados en el posterior proceso de concentración.

Esta es una planta de molienda húmeda, formada por:

- Molino de bolas cilíndrico-cónico, con descarga por derrame.
- Clasificador hidráulico mecánico de tornillo, operando en circuito cerrado con el molino.

Las condiciones de operación de la planta son:

- La granulometría del producto fino que sale como pulpa de rebalse del clasificador, debe ser tal que el 80% sea pasante de un tamiz de 100M. (150  $\mu$ ).

- El molino debe trabajar con una alta relación de carga circulante (relación entre el grueso que retorna al molino y su alimentación fresca), del orden del 500%, para disminuir el efecto de sobremolienda y, por lo tanto, la producción de lamas.

Antes de ingresar a la separación magnética el producto fino pasa por un hidrociclón deslamador para separar las lamas (partículas menores que 10  $\mu$ ), debido a que estas ocasionan dificultades en los equipos de concentración.

La etapa de concentración por separación magnética consta de equipos de separación magnética húmedos, de baja intensidad de campo, que aprovechan la alta permeabilidad magnética del producto tostado. De estos equipos se obtiene:

- Un concentrado magnético (de magnetita). De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos trabajando con mineral del Bloque El Tunal, este concentrado puede tener leyes de hierro del orden del 50/52%, para una recuperación de hierro del 80%.

- Colas (producto residual) de la concentración.

El concentrado es sometido a una separación sólido-líquido de dos etapas:

- Espesamiento en un espesador tipo Dorr, que permite sacar por el fondo un barro de concentrado, con un contenido de sólidos de alrededor del 60% (en peso) y recuperar agua clara por el rebalse, la que retorna al proceso.



- Filtración por medio del uso de un filtro continuo a vacío (tipo Oliver o similar), capaz de producir una torta de concentrado con una humedad del orden del 12%.

Las colas de la separación magnética también se someten a espesamiento en otro espesador Dorr con el fin de recuperar agua antes de desecharlas como producto residual del proceso de tratamiento.

Para un dimensionamiento preliminar de los equipos incluidos en las diferentes etapas del diagrama de flujos de la Fig.5 se requeriría fijar la capacidad de tratamiento de la Planta de Beneficio, la que está relacionada con la demanda del mercado a abastecer.

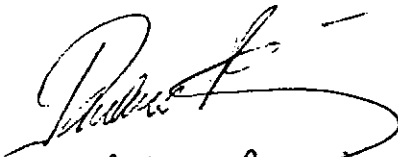
  
Ing. Rubens Paez  
INBEMI  
UNSA

FIG. I

ESQUEMA DE TRATAMIENTO

Mineral de "Mal Paso"

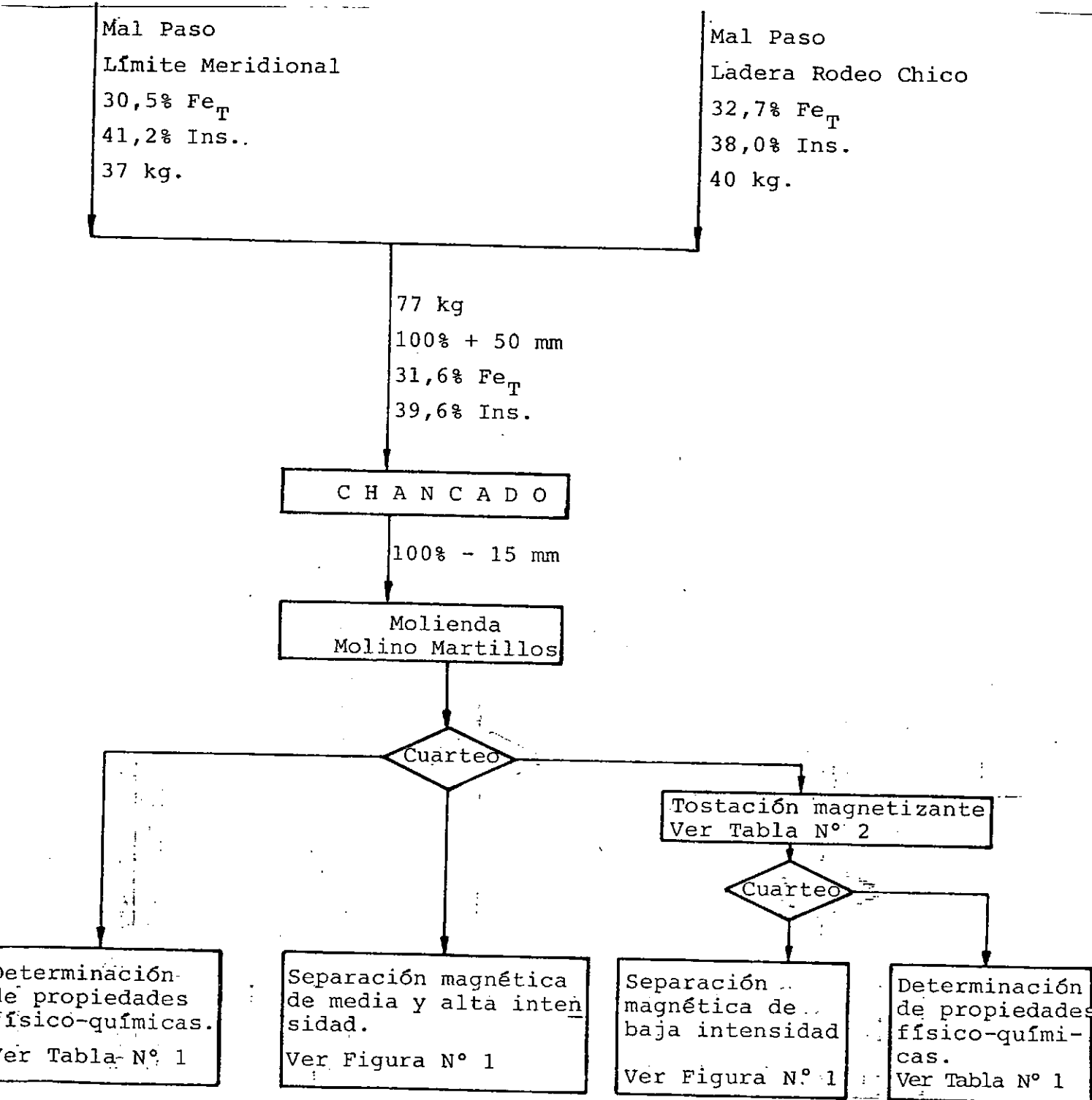
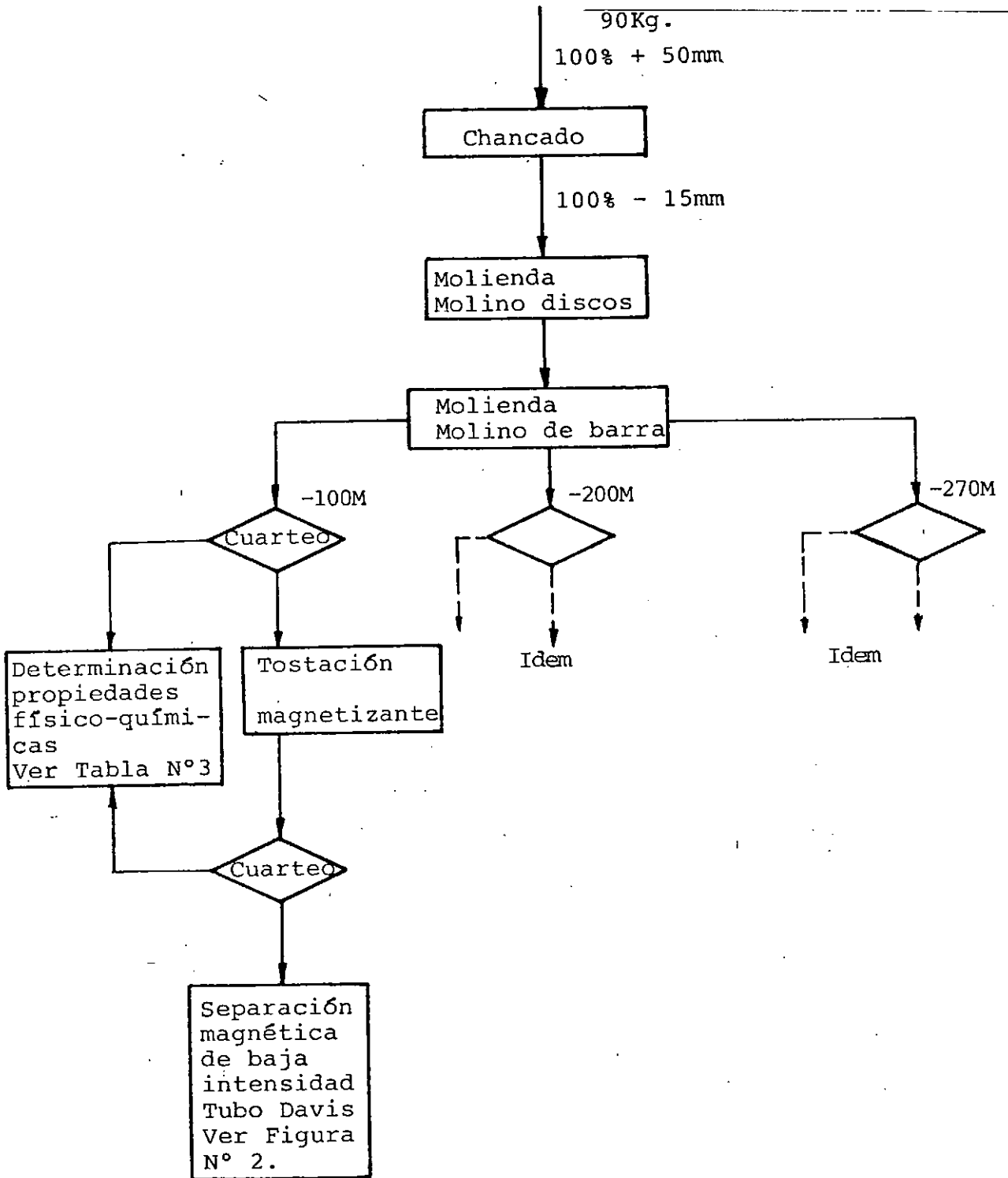


FIG. II

ESQUEMA DE TRATAMIENTO  
MINERAL "MINA PABLO"



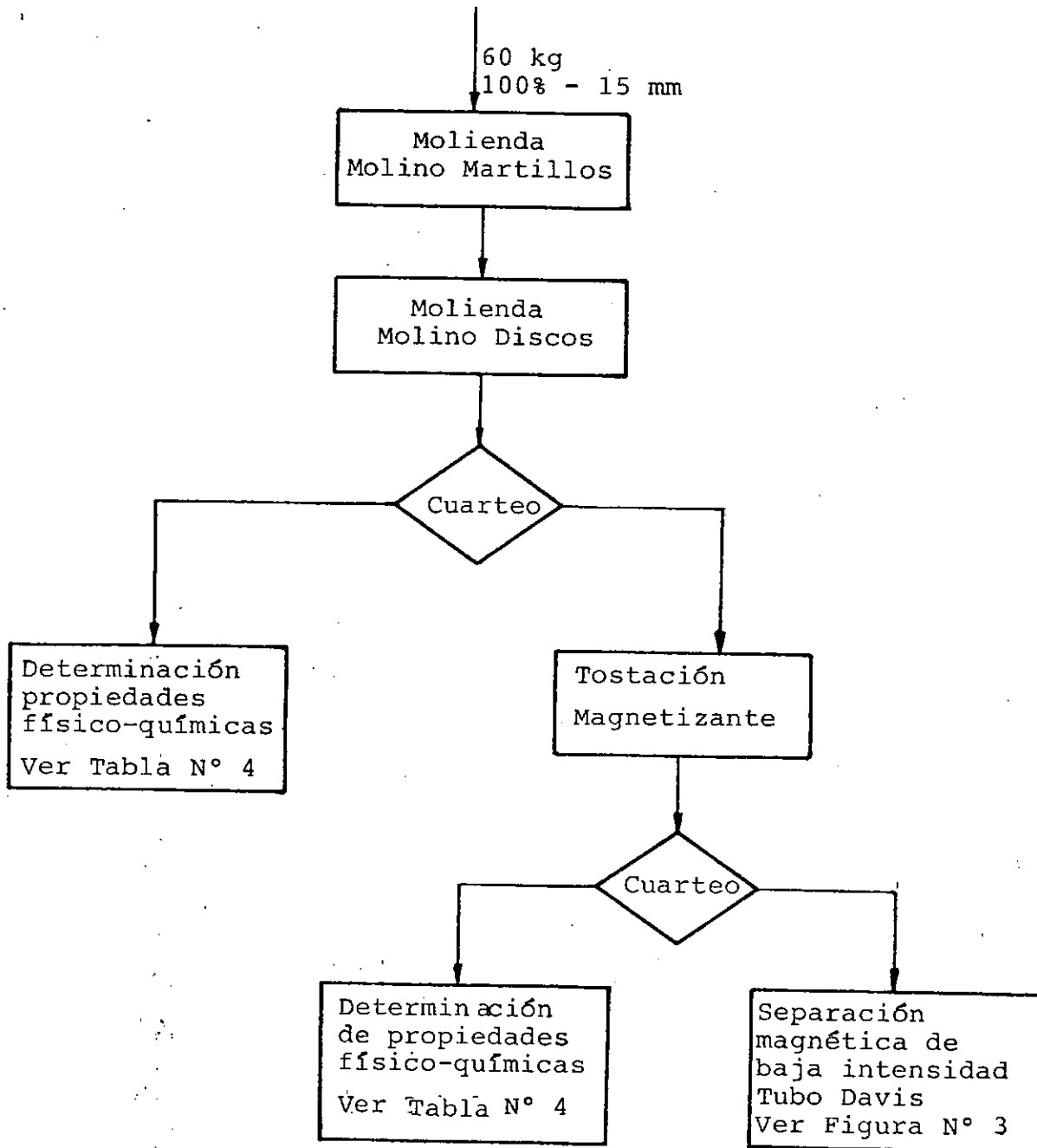






TABLA N° 1 - PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Mineral de "Mal Paso"

Propiedad	Mena	
	Tal cual	Tostado magn.
Densidad del sólido, g/cm <sup>3</sup>	3,07	3,16
Susceptibilidad magnética específica (cgs)	4,4 10 <sup>-5</sup>	---
Hierro total, %	31,6	33,2
Hierro ferroso, %	3,5	10,1
Insolubles, %	39,6	45,0
Carbonatos, %	0,8	---
Tamaño medio, micrones	100	120

GRANULOMETRIA:

T a m i z		P e s o r e t e n i d o			
		Mena oxidante		Mena tostada	
Malla	Luz (#)	Parcial, %	Acumulado	Parcial, %	Acumulado
30	590	4,85	4,85	5,25	5,25
50	297	20,25	25,1	19,6	24,85
70	210	13,55	38,65	18	42,85
100	149	10,75	49,4	15	57,85
140	105	10,60	60,0	11,9	69,75
200	74	4,40	64,4	5,8	75,55
270	53	8,06	72,46	7,4	82,95
-270	-53	27,54	100	17,05	100



TABLA N° 2

POSTACION REDUCTORA MAGNETIZANTE

N° Muestra	Caudal gas l/min.	Temperaturas C Reactor Precalent.	Tiempos residencia (min.)	Fe <sup>+</sup> (%)	Fe <sup>++</sup> (%)	% Magnet.
1	33	600	210	33,7	8,2	90
2	33	610	240	33,7	10,5	99
3	33	610	240	33,7	10,2	99
4	33	600	245	33,3	8,6	80
5	33	600	240	34,1	11,1	99
6	33	600	260	34,2	10,8	98
7	33	595	260	33,8	9,7	96
8	33	590	250	33,4	9,0	90
9	33	600	250	33,3	9,2	90
10	33	600	250	33,4	9,9	95
11	33	550	240	33,4	6,0	70



Mineral "Mina Pablo"

Propiedad	M E N A						
	Tal cual	M o l i d o			Tostado magn.		
		<100 M	<200 M	<270 M	<100 M	<200 M	<270 M
Densidad del sólido, 9 cm <sup>3</sup>	3,26	---	---	---	---	---	---
Hierro total, %	43,41	42,58	43,56	43,15	43,98	43,77	44,1
Insolubles, %	28,36	---	---	---	---	---	---
Tamaño medio, micro-nes	---	51	41	38	---	---	---

GRANULOMETRIA:

		P e s o   r e t e n i d o					
		M e n a   o x i d a d a					
T a m i z		< 100 M		< 200 M		< 270 M	
Malla	Luz (μ)	Parcial %	Acumulado	Parcial %	Acumulado	Parcial %	Acumulado
100	149	0	0	0	0	0	0
200	74	31	31	0	0	0	0
270	53	11,4	42,4	17,5	17,5	0	0
325	44	6,1	48,5	6,4	23,9	4	4
400	37	5,1	53,6	7,6	31,5	8,5	12,5
-400	-37	46,4	100	68,5	100	87,5	100



TABLA N° 4 - PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

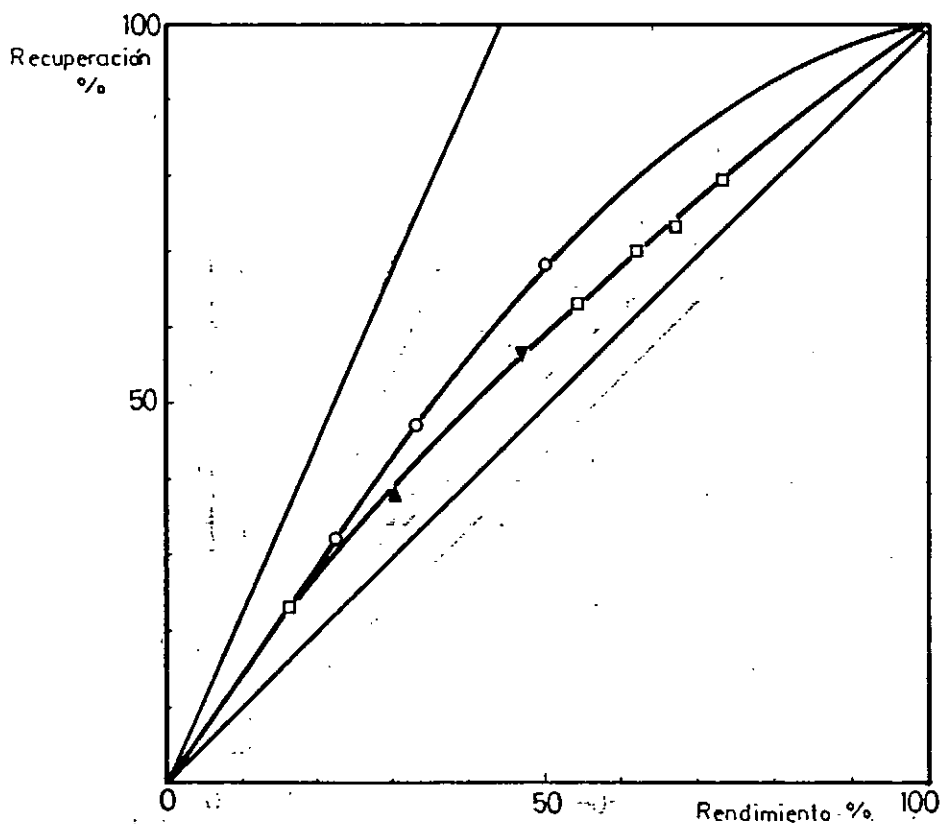
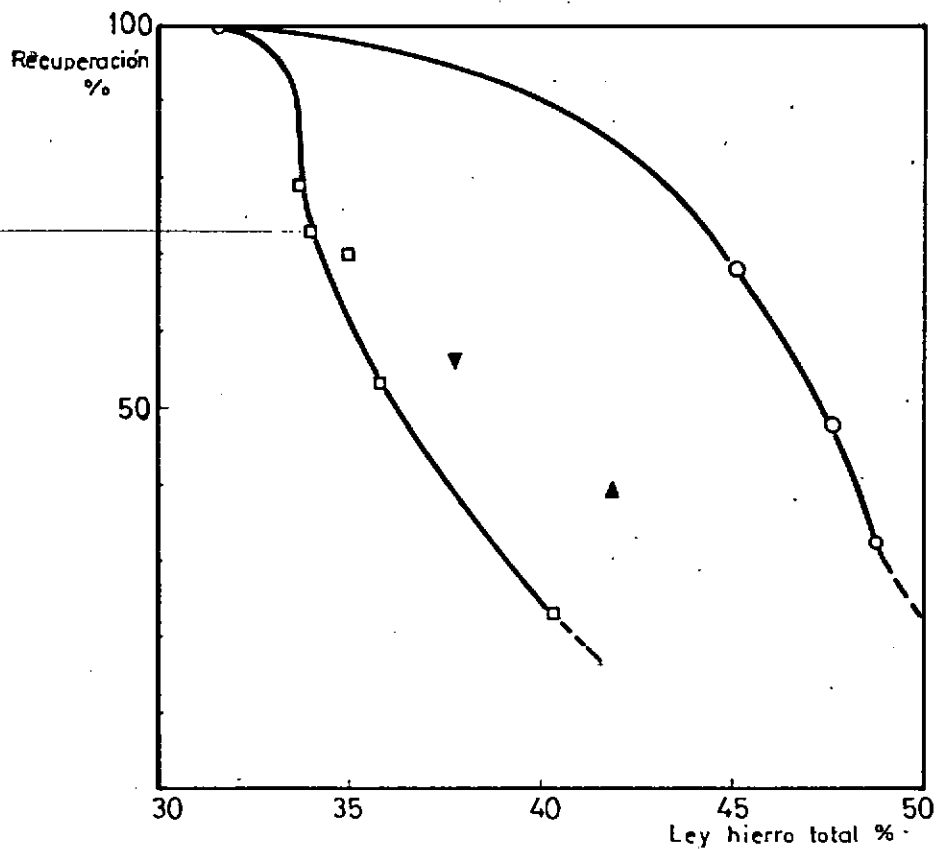
Mineral de "Bloque El Tunal"

Propiedad	Mena	
	Tal cual	Tostado magnetizado
Densidad del sólido, g/cm <sup>3</sup>	3,1	----
Hierro total, %	39,8	41,9
Hierro ferroso, %	5,2	14,1
Tamaño medio, micrones	60	----

GRANULOMETRIA:

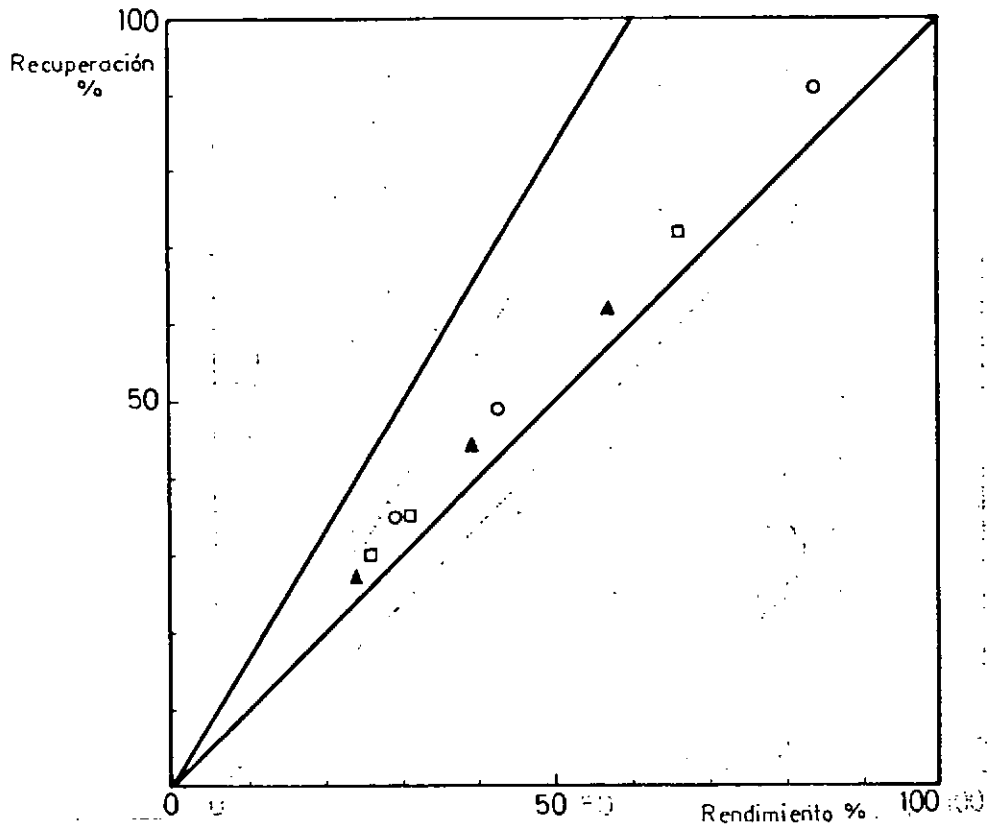
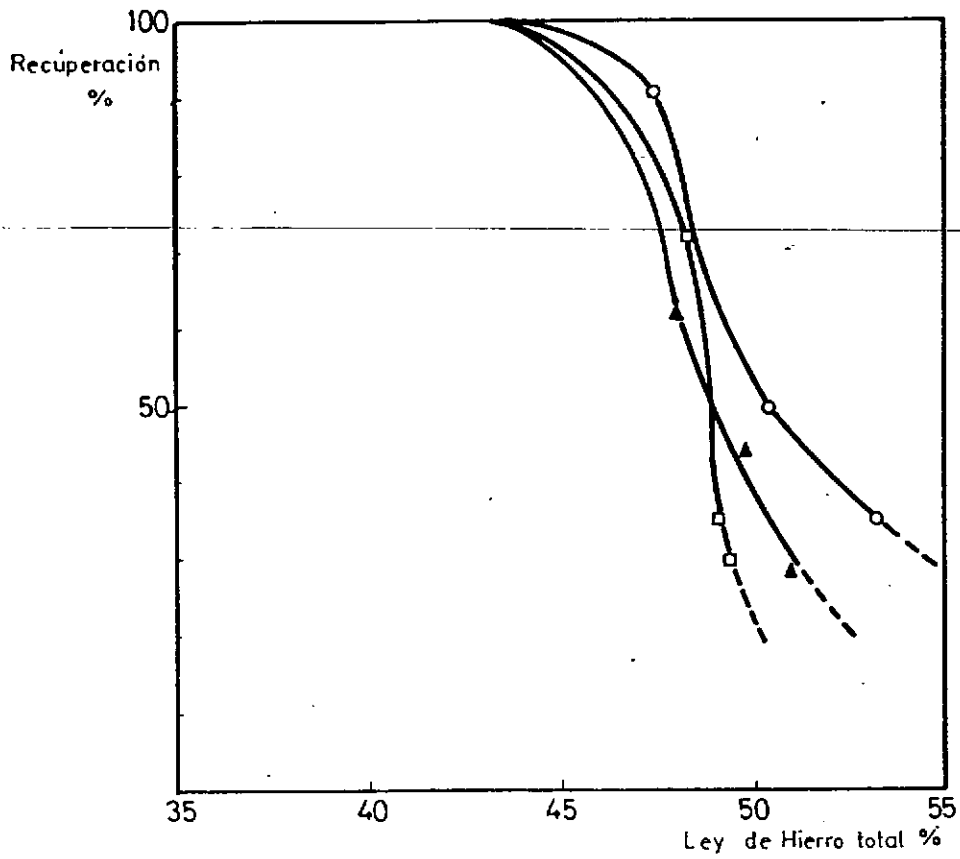
T a m i z		Peso retenido	
		Mena oxidada	
Malla	Luz (μ)	Parcial %	Acumulado
70	210	5,6	5,6
100	149	5,3	10,9
140	105	21,6	32,5
200	74	7,6	40,1
325	44	14,8	54,9
-325	-44	45,1	100

FIGURA N°1: ENSAYOS DE CONCENTRABILIDAD POR SEPARACION MAGNETICA  
MINERAL DE "MAL PASO"



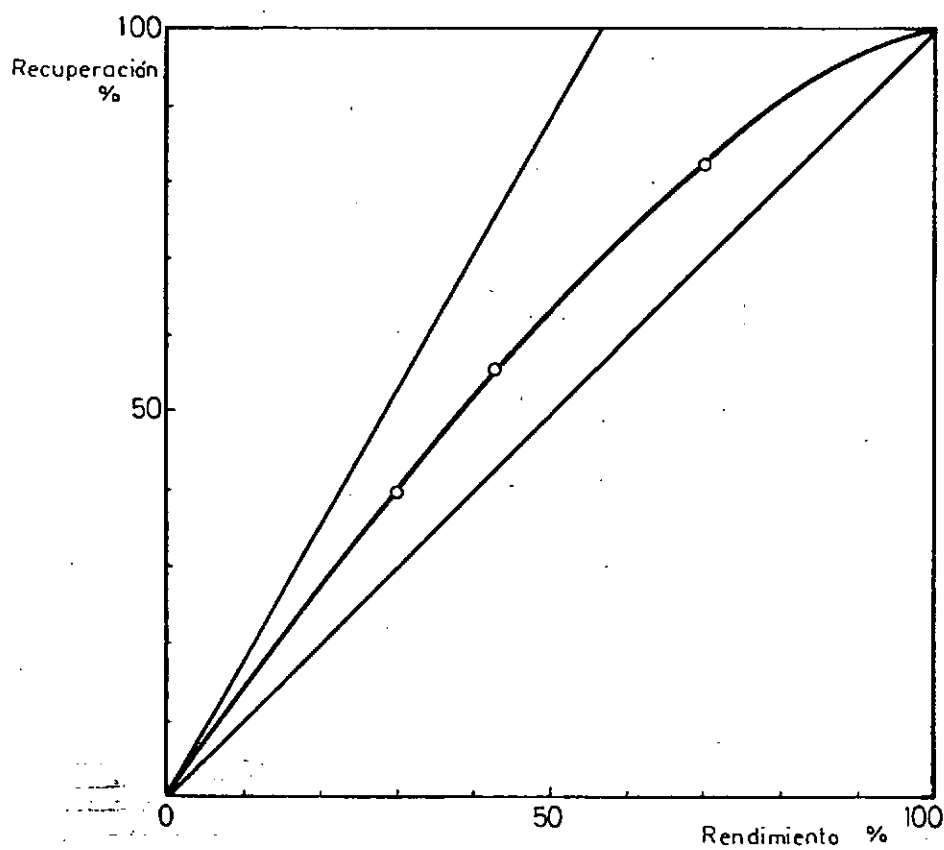
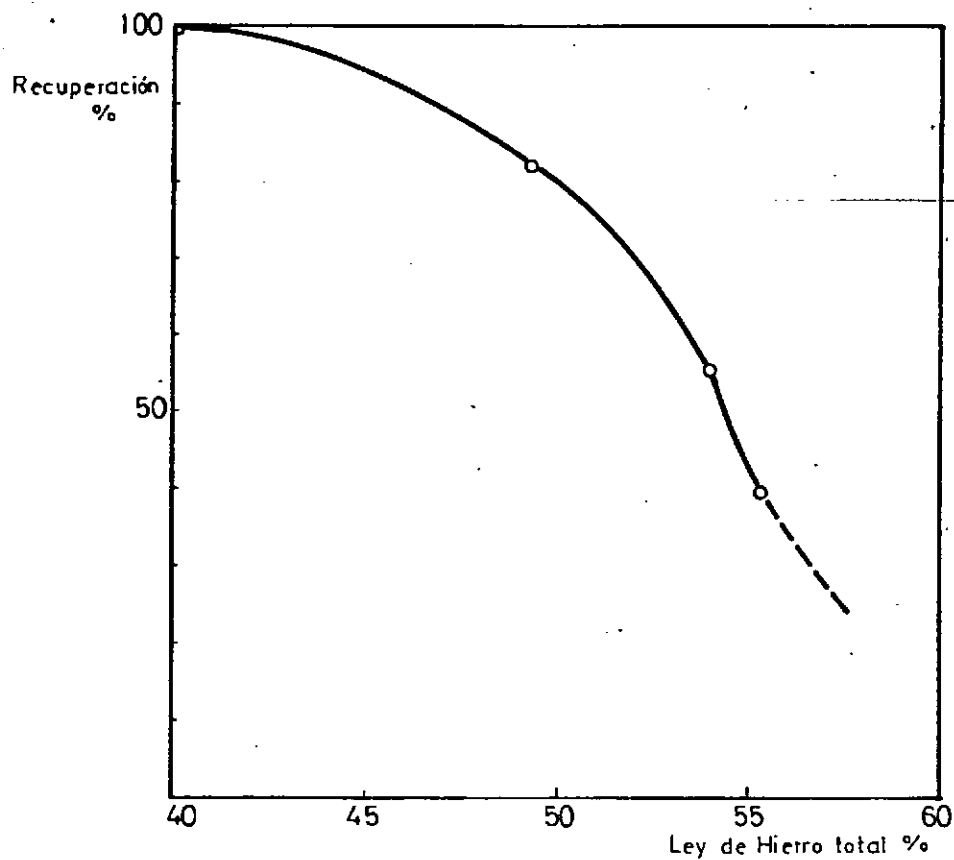
REFERENCIAS	TRATAMIENTO PREVIÓ	SEPARACION			
		EQUIPO	ESCALA	MEDIO	INTENS. DE CAMPO
○	Tost. magnetizante	Tubo Davis	Laboratorio	Húmedo	Baja
▲	" "	Cinta sumergida.	Piloto	"	"
□	Ninguno	Disco	"	Seco	Media
▼	"	Matrix	"	Húmedo	Alta

FIGURA N° 2: ENSAYOS DE CONCENTRABILIDAD POR SEPARACION MAGNETICA MINERAL DE "MINA PABLO"



REFERENCIAS	TAMAÑO	TRATAMIENTO PREVIÓ	SEPARACION			
			EQUIPO	ESCALA	MEDIO	INTENS. DE CAMPO
○	< 100M	Tost. magnetizante	Tubo Davis	Laboratorio	Húmedo	Baja
□	< 200M	"	"	"	"	"
▲	< 270M	"	"	"	"	"

FIGURA N°3: ENSAYOS DE CONCENTRABILIDAD POR SEPARACION MAGNETICA  
MINERAL DE "BLOQUE EL TUNAL"



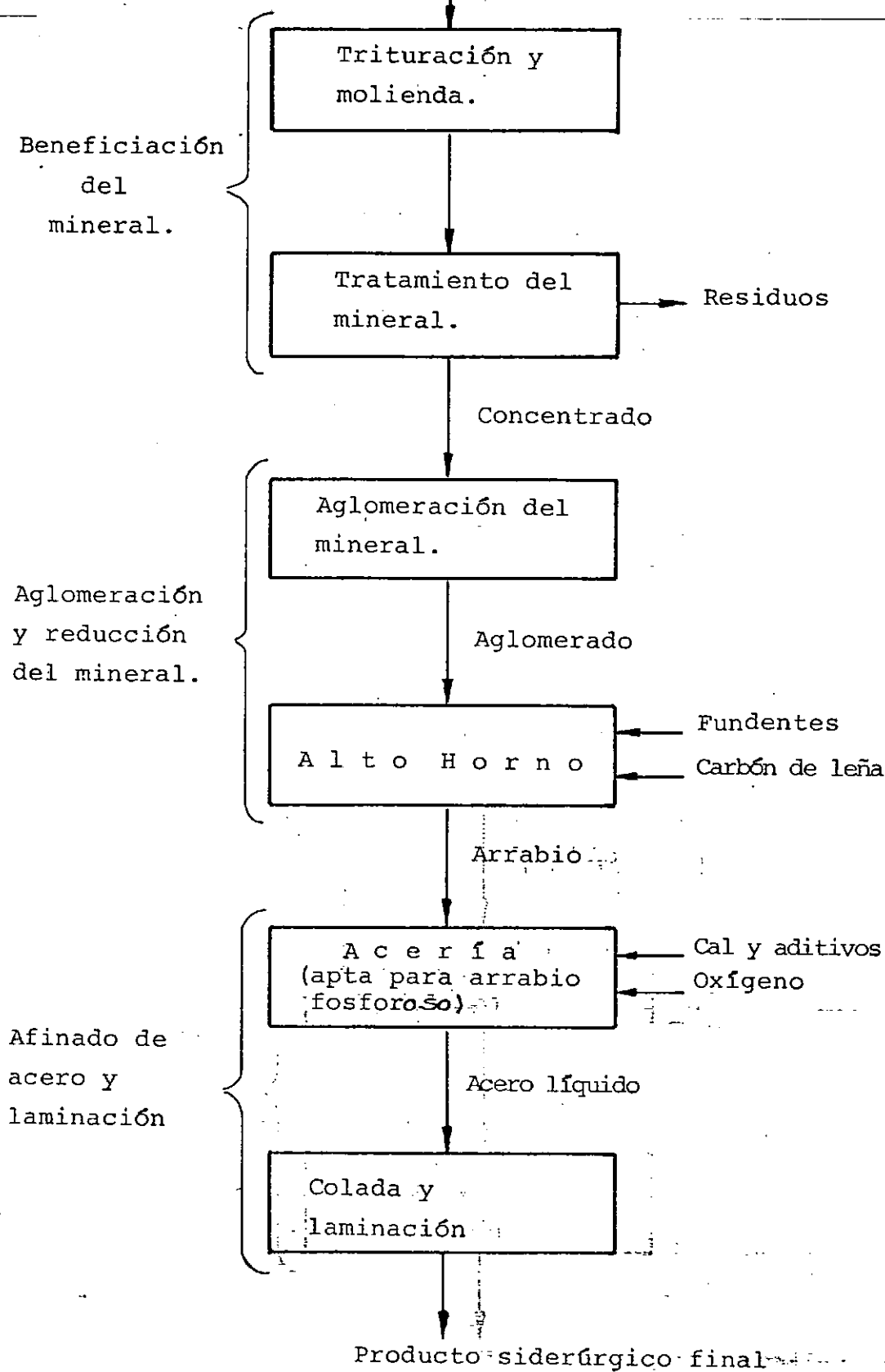
REFERENCIAS	TRATAMIENTO PREVI	SEPARACION			
		EQUIPO	ESCALA	MEDIO	INTENS.DE CAMPO
o	Tost.magnetizante	Tubo Davis	Laboratorio	Húmedo	Baja

- Figura 4 -

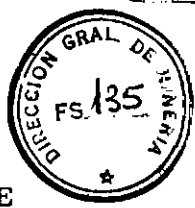
ESQUEMA DE LA PLANTA SIDERURGICA REQUERIDA PARA PROCESAR EL

MINERAL DE UNCHIME.

Mena (Mineral bruto)

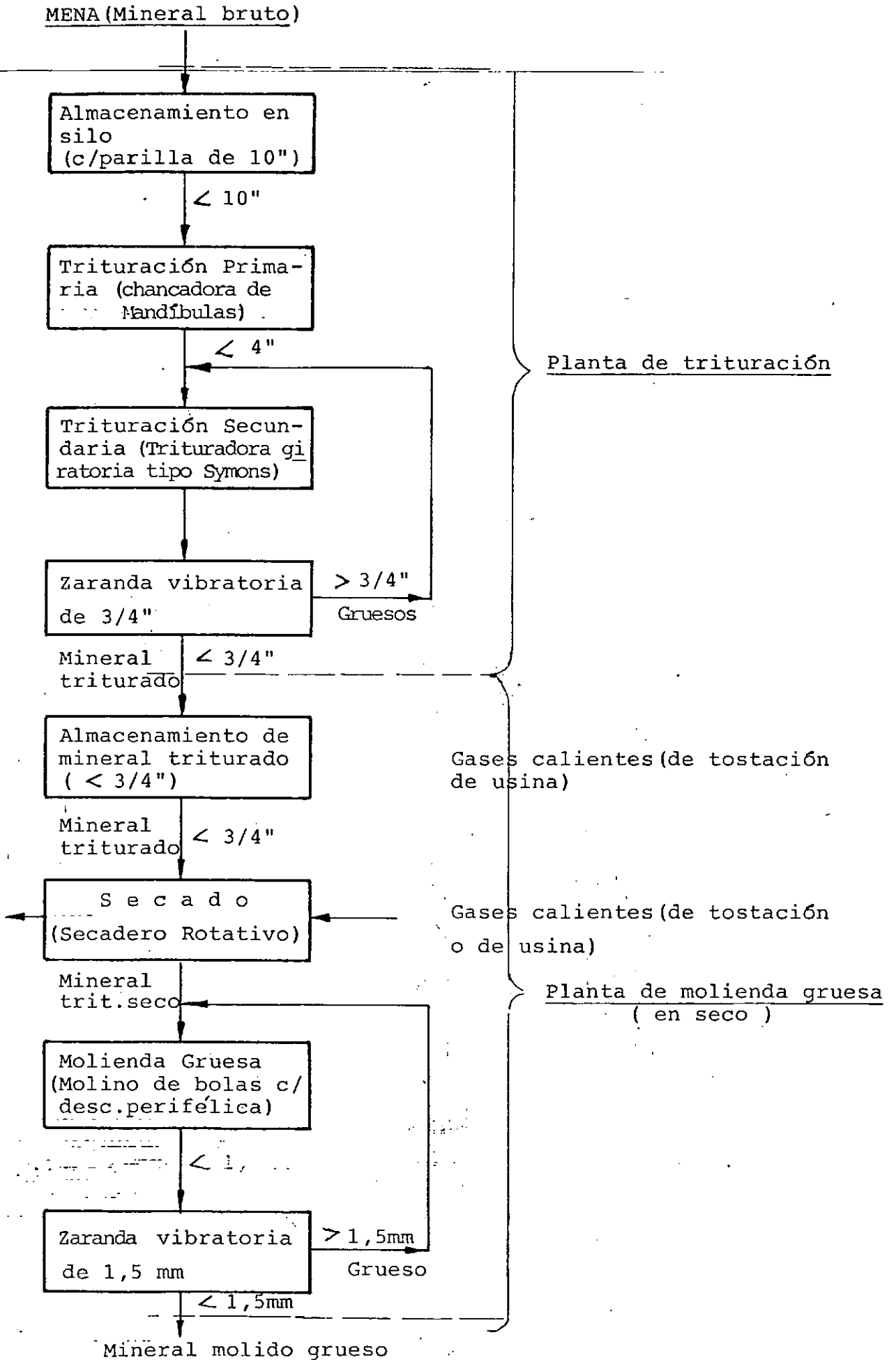






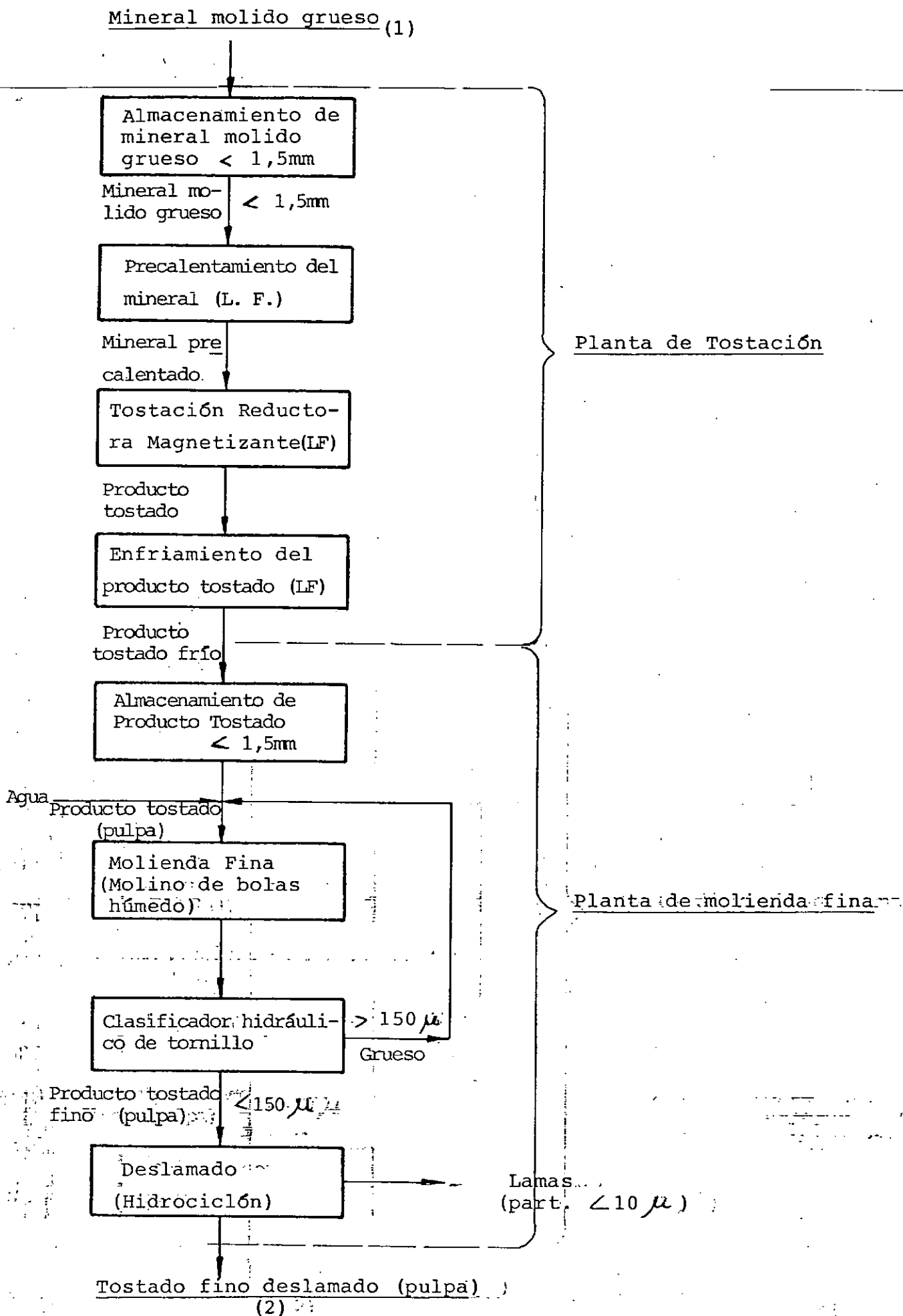
- Figura 5 -

ESQUEMA DE BENEFICIACION DEL MINERAL DE HIERRO DE UNCHIME

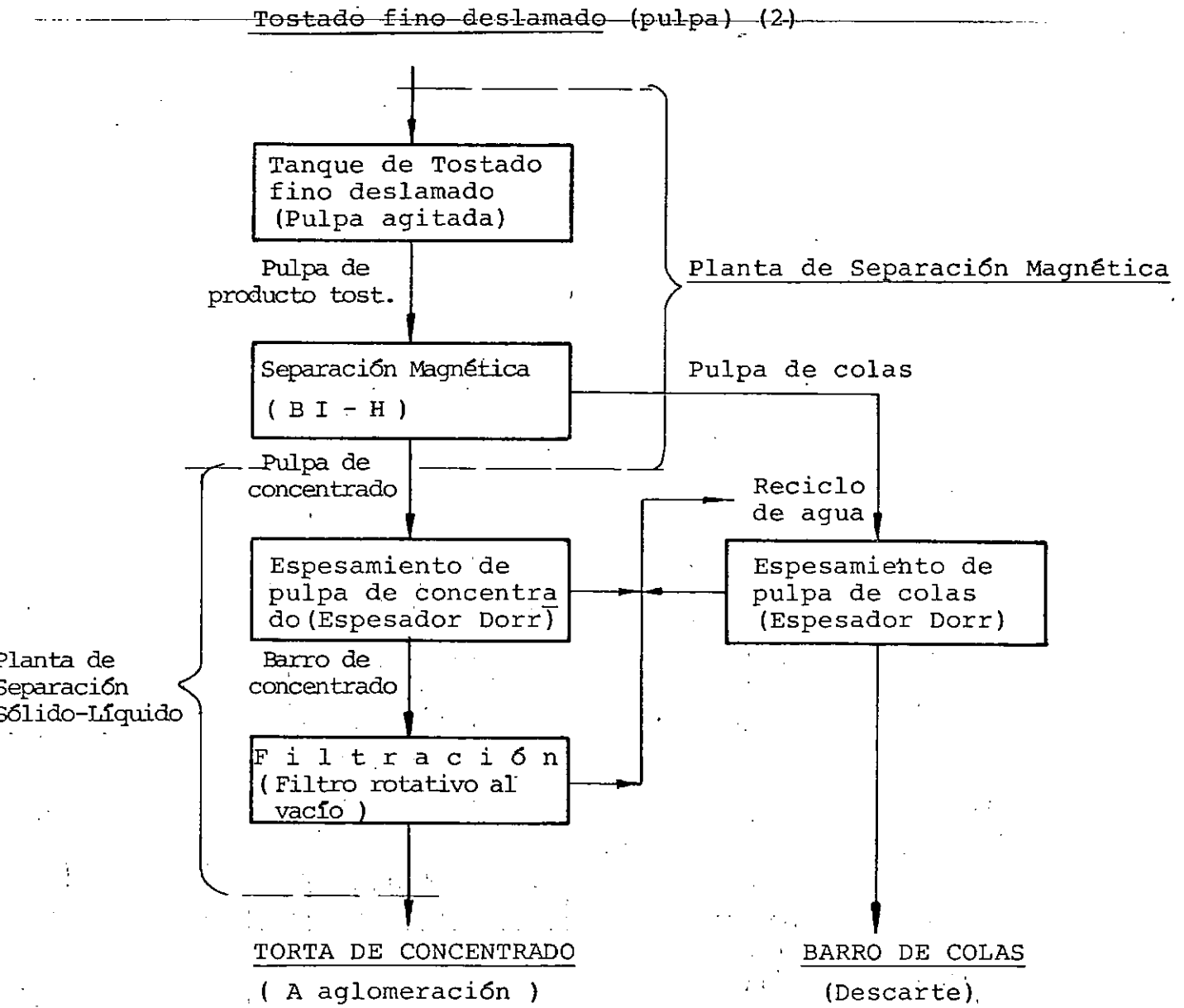




- Figura 5 - (Continuación)



- Figura 5 (Continuación)





Salta, 2 de junio de 1989

Sr. Director de Minería  
Lic. Ricardo Salas

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

De nuestra consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud.  
a fin de elevarle el informe final referente a "Estudio de Mercado"  
sobre la Factibilidad de Aprovechamiento de las Menas de Unchimé".

Sin otro particular saludamos a Ud. muy atte.

Lic. María Ester Puló de Jándula

Lic. Graziela Pinal de Cid



" ESTUDIOS ECONOMICOS "

"FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTOS DE LAS MINAS FERRIFERAS DE UNCHIME"



#### 4.- ESTUDIOS ECONOMICOS

##### 4.1.- Estudios de Mercado

###### Bienes a producir

El producto que se obtendrá de los yacimientos de Unchimé es mineral de Hierro. Cualitativamente, el mineral extraído de Unchimé es del tipo "chamosítico", siendo sus componentes principales los silicatos ferrícos y las hematitas.

De los trabajos de campo realizados surgen las siguientes reservas a considerar distribuidas en 12 bloques con las siguientes características:



	Fe %	P %	Espesor	Sup.m <sup>2</sup>	Tn.M.Ind.	Tn.M.Inf.
Bloque IV	38,5	0,47	1,98	270.225	1.819.155	Etapa I
Bloque V (Mal Paso)	36,7	0,38	4,83	956.400	15.244.059	Etapa II
Bloque IX (P.Pablito)	37,7	0,56	5,14	4.064.257	68.937.927	Etapa II
Bloque X	40,85	0,20	4,73	131.450	2.113.981	Etapa I
Bloque I	35,7	0,40	4,47	155.025	2.252.125	Etapa III
Bloque II	35,55	0,43	3,77	1.354.599	16.597.224	-
Bloque III	34,5	0,42	3,23	559.900	-	5.834.881
Bloque VI	35,7	0,48	3,44	2.345.225	-	26.219.615
Bloque VII	35,7	0,48	3,44	1.892.545	-	21.158.653
Bloque VIII	35,7	0,48	3,44	4.666.350	-	52.169.793
Bloque XI	32,33	0,44	2,58	1.721.910	-	13.775.280 (M)
Bloque XII	33,94	0,44	2,28	6.017.325	43.902.403	-

Reservas - Leyes - Espesores

	Fe %	P %	Espesor	Sup. m <sup>2</sup>	Miles de Toneladas		
					Medidas	Ind.	Inferidas
Etapa I	39,65	0,34	3,36	401.675	-	3.933	-
Etapa II	37,2	0,47	4,97	5.020.657	-	84.181	-
Etapa III	34,90	0,45	3,32	17.493.879	13.775	62.751	115.393

Fuente: S. de Minería. Dir. Nacional de Minería - Centro de Exploración Salta - Proyecto 111 - "Unchimé" Etapa Evaluación Previa - Set. 1986



Los minerales ferríferos predominantes son los silicatos de hierro que por acción metamórfica se transformaron parcialmente en hematitas, conteniendo además cuarzo, mica, cloritas y otros minerales ferro-magnesianos de menor importancia.

Las proporciones de los minerales mencionados, así como el tamaño del grano, varían considerablemente, dando origen a la amplia gama de tipos minas de diferente ley, como se desprende del cuadro anterior, con una ley en hierro promedio del 36%.

Debido al agotamiento de depósitos ferríferos con leyes y condiciones aptas para ser cargados directamente en Altos Hornos, en la actualidad se explotan otras menas con leyes menores que obligan a un tratamiento previo del mineral. También este tratamiento/previo resulta conveniente en la medida que se obtienen rendimientos operativos debido a que se trabaja con insumos uniformes.

El tratamiento del mineral puede realizarse antes de ser cargado al horno o en el mismo. La tendencia actual es realizar el tratamiento en forma previa a la carga del horno. Todos los tratamientos previos se denominan "Premetalúrgicos". No todas las minas son tratables. El mineral obtenido de Unchimé es tratable y complejo porque tiene impurezas finamente diseminadas en la masa del mineral requiriéndose como proceso la molienda, clasificación, separación magnética, hidrociclado, tostación y aglomeración.

Con la utilización del proceso adecuado el mineral puede ser tratado de manera tal de obtener la ley adecuada que reúna las condiciones necesarias requeridas por la Dirección General de Fabricaciones Militares para ser utilizado en Altos Hornos Zapla, que / son las siguientes:

///





Normas Químicas (análisis en base seca)

Fe	base 64%	min. 62%
P		min. 0,40%
S		máx. 0,200%
SiO <sub>2</sub>		máx. 5%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		máx. 3%
Na + K		máx. 0,10%
As + Zn + Pb		máx. 0,10%
Sn + Cu		máx. 0,05%
Ti O <sub>2</sub>		máx. 0,50%
Humedad libre		máx. 4%

Granulometría (análisis en base natural)

Mayor de 32 mm y menor 40 mm;	base: 5%; máximo: 10%
Entre 8 y 32 mm	mínima: 90%
Menor de 8 mm	base: 5%; máximo: 10%

Características físico-metalúrgicas

Los minerales tendrán las siguientes características físico-metalúrgicas:

- Degradación por impacto Tambor (T): mín. 80%
- Degradación por abrasión Tambor (A): máx. 10%
- Decrepitación: máx. 10%
- Reductibilidad: mín. 45%

Resumiendo, el producto definido precedentemente es mineral de hierro, con las características descriptas, y su uso posible es la fabricación de hierro a través de Alto Horno. Volúmenes de esa clase significación se dedican a la elaboración de pigmentos para pinturas, cementos y fundentes de procesos metalúrgicos.

///



- Oferta

Evolución histórica

La producción nacional de mineral de hierro proviene fundamentalmente de los yacimientos de Zapla y Sierra Grande.

Si se analiza la producción de mineral a partir de 1970, se observa una tendencia creciente llegando a una extracción máxima en 1986 con 1.297.900 toneladas, que sin embargo supera por escaso margen a la obtenida en 1980 que fue de 1.131.000 toneladas. El crecimiento anual acumulativo promedio entre 1970 - 1986 es del 11,11%.

Si se observan los datos del cuadro de producción nacional de mineral de hierro expresado en toneladas de metal contenido, la evolución 1970 - 1986, arroja aproximadamente un crecimiento del 400% en los 16 años de estudio. Sin embargo el mayor crecimiento se opera durante los años 1977, 1978 y 1979 para declinar luego y recuperar el nivel de producción en forma paulatina a partir de 1982. Las diferencias entre ambas series de datos de producción de mineral se deben a los rendimientos reales del mineral extraído. A estos se le debe añadir a partir del año 1980, la producción nacional de pellets de mineral de hierro que comienza aportando un 30% de la producción nacional en 1980 y llega a más del 50% en 1987.

Cabe destacar que la producción nacional de aglomerados comercializables de mineral de hierro pellets provienen de Sierra Grande.

La oferta no está conformada solamente por la producción nacional, sino también por la importación, que abastece entre un 85% del mercado de mineral de hierro en el año 1970 hasta un 63% en 1986 que constituye el aporte de origen externo al mercado nacional.



PRODUCCION NACIONAL DE MINERAL DE HIERRO

AÑOS	MIN. HIERRO Miles Tn.	PELLETS Miles Tn.	MINERAL DE HIERRO EXPRESADO Miles Tn. de metal contenido
1970	240,5	-	107,3
1971	265,8	-	125,4
1972	230,5	-	115,1
1973	218,2	-	105,3
1974	117,0	-	211,9
1975	116,4	-	139,2
1976	88,2	-	272,5
1977	216,5	-	543,6
1978	114,3	-	487,6
1979	84,1	-	393,9
1980	1.130,7	365,4	272,9
1981	897,0	373,7	248,7
1982	674,1	616,2	388,9
1983	749,9	546,1	390,0
1984	885,7	464,8	345,6
1985	1.054,3	561,2	388,6
1986	1.297,9	706,9	514,3
1987	844,0	470,4	-

Fuente: Centro de Industriales Siderúrgicos - Estadísticas Siderúrgicas 1960 - 1987 y Estadística Minera de la Rep. Argentina - Secr. de Minería de / la Nación. Enero/1988.



EVOLUCION DE LAS IMPORTACIONES DE MINERAL DE HIERRO

( en miles de toneladas)

<u>AÑOS</u>	<u>MINERAL DE HIERRO</u>
1970	719,6
1971	623,5
1972	386,5
1973	728,1
1974	754,4
1975	985,7
1976	782,6
1977	1.206,5
1978	901,1
1979	564,6
1980	787,3
1981	876,2
1982	734,0
1983	487,6
1984	504,0
1985	762,9
1986	1.089,1
1987	1.108,3

Fuente: Estadísticas Siderúrgicas 1960 - 1987

Centro de Industriales Siderúrgicos



**EVOLUCION DE LA IMPORTACION DE MINERAL DE HIERRO (Mineral y Pellets)**  
(Miles de Tn. de hierro contenido)

<u>AÑOS</u>	<u>MILES DE Tn.</u>
1970	932,2
1971	1.026,8
1972	663,8
1973	796,7
1974	652,3
1975	988,1
1976	1.134,1
1977	1.545,2
1978	1.556,4
1979	1.906,2
1980	1.556,4
1981	1.662,7
1982	1.368,8
1983	1.237,3
1984	1.438,5
1985	1.595,6
1986	2.068,6

**Fuente:** Estadística Minera de la República Argentina - Secretaría de Minería de la Nación, Bs.As. - Enero 1988.



IMPORTACION DE MINERAL DE HIERRO (Por Origenes) - Años 1986/1987

<u>PAISES</u>	<u>1 9 8 6</u>		<u>1 9 8 7</u>	
	<u>Miles Tn.</u>	<u>Miles U\$S</u>	<u>Miles Tn.</u>	<u>Miles U\$S</u>
CHILE	-	-	7	215
BOLIVIA	39	1.130	-	-
BRASIL	2.870	85.377	2.919	86.979
PERU	273	8.629	181	5.943
VENEZUELA	-	-	235	6.600
TOTAL	3.182	95.136	3.342	99.737

Fuente: Estadísticas Siderúrgicas 1960 - 1987  
Centro de Industriales Siderúrgicos -  
en base a datos INDEC.



La serie de importación de mineral de hierro creció a una tasa del 2,62% anual acumulativo durante el período 1970 - 1986. Si a este valor se le adicionan las importaciones de mineral aglomerado - pellets, la tasa de crecimiento anual acumulativa para el mismo período se eleva al 5,1%, lo que refleja la tendencia a un cambio de las preferencias en la forma de comercialización de esta materia prima.

El origen de las importaciones argentinas de mineral de hierro y pellets proviene principalmente de Brasil y en menor medida de Perú y Venezuela, debiéndose destacar que en los dos últimos años (1987 y 1988) se importa también mineral de Chile proveniente de las minas de "El Laco" en el norte de ese país, que se destina fundamentalmente a Altos Hornos Zapla en la provincia de Jujuy.

Las minas de Unchimé formaron parte de la oferta nacional durante los años 1968, 1969, 1970, 1972 y 1973, destinándose el mineral extraído a Altos Hornos Zapla para satisfacer los cupos establecidos en el proyecto siderúrgico durante esos años.

A partir de 1974 las minas de Unchimé dejaron de producir, por lo que la demanda regional fue abastecida por Sierra Grande, Zapla y las importaciones.

Cabe destacar que con los yacimientos actualmente en producción no se ha experimentado, a partir de 1980, un crecimiento / significativo de la producción nacional de materia prima, lo cual / se traduce en un incremento sostenido de las importaciones.

No existen en el país nuevos proyectos que contemplan el aprovechamiento de mineral de hierro que puedan, a mediano plazo, / revertir esta situación.

#### - Oferta del Proyecto

La mina de Unchimé es una prolongación de la estructura / Zapla - Puesto Viejo. Se encuentra localizada en el Departamento de General Güemes y se accede a la misma por un camino consolidado.

///



La distancia que la separa de la ciudad de General Güemes / (capital y principal ciudad del Departamento del mismo nombre) es de 30 km. La ciudad de Gral. Güemes es un nudo vial y ferroviario al que convergen la Ruta Nacional Nº 34 y 9 y el Ferrocarril General Belgrano. Además, esta ciudad constituye un importante centro de servicios donde se encuentran Usinas Térmicas y Estación de bombeo del gasoducto del Norte.

Las explotaciones en esta mina se realizaron a "cielo abierto" durante los siete años que estuvo en actividad.

La oferta de producción máxima de Unchimé durante su actividad llegó a un pico máximo de 27.000 tn. en el año 1968 y un mínimo / en 1969 de 1.700 tn. Las bajas en la producción se debieron a dificultades en la administración y operación de la Sociedad Minera que se encontraba vinculada societariamente con un Alto Horno existente en General Güemes que funcionó solamente en 1968. Del informe técnico y de las reservas existentes no surgen limitaciones en cuanto a la cantidad de mineral a extraer. Teniendo en cuenta que este yacimiento / abastecería al centro demandante más próximo, Altos Hornos Zapla que se encuentra a una distancia de aproximadamente 40 Km. podría cubrir en una primera etapa, el 50% de la demanda de mineral de origen nacional de este Alto Horno que se encuentra entre las 6.000 y las 12.000 toneladas mensuales.





PRODUCCION MINERAL DE HIERRO UNCHIME

<u>PERIODO</u>	<u>TONELADAS</u>
<u>AÑO 1968</u>	<u>27.193</u>
1er. Trimestre	5.123
2do. Trimestre	5.993
3er. Trimestre	8.005
4to. Trimestre	8.072
<u>AÑO 1969</u>	<u>1.719</u>
1er. Trimestre	646
2do. Trimestre	737
3er. Trimestre	336
4to. Trimestre	-
<u>AÑO 1970</u>	<u>9.480</u>
1er. Trimestre	8.192
2do. Trimestre	1.288
3er. Trimestre	-
4to. Trimestre	-
<u>AÑO 1972</u>	<u>5.900</u>
4to. Trimestre	5.900
<u>AÑO 1973</u>	<u>11.900</u>
1er. Trimestre	11.900

Fuente: DIRECCION GENERAL DE MINERIA DE LA PROVINCIA DE SALTA



O F E R T A

PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL DE MINERAL DE HIERRO

AÑOS	PROD.NAC. Miles Tn. MINERAL	PELLETS	CONSUMO MIN. Nac.Miles Tn.	CONSUMO DE HIERRO IMP.		CONSUMO TOTAL DE MINERAL AL TO HORNO
				MINERAL Miles de Toneladas	PELLETS	
1970	240,5		241	609	416	1.266
1971	265,8		258	508	591	1.357
1972	230,5		193	395	558	1.146
1973	218,2		157	330	453	940
1974	117,0		117	369	913	1.399
1975	116,4		116	443	712	1.271
1976	88,2		88	511	804	1.403
1977	216,5		195	338	954	1.487
1978	114,3		79	357	1.060	1.496
1979	84,1		75	796	1.474	2.345
1980	1.130,7	365,4	50	883	1.153	2.086
1981	897,0	373,7	42	777	994	1.813
1982	674,1	616,2	553	789	603	1.945
1983	749,9	546,0	583	836	497	1.916
1984	885,7	464,8	538	878	582	1.998
1985	1.054,3	551,5	493	1.090	1.035	2.618
1986	1.297,9	675,6	581	1.088	1.409	3.078
1987*	844,0	470,4	532	1.250	1.603	3.385

Fuente: ESTADISTICAS SIDERURGICAS 1960 - 1987  
CENTRO DE INDUSTRIALES SIDERURGICOS

\* Datos Provisorios



- DEMANDA

Principales Consumidores, localización, Consumo Aparente

El principal uso de los minerales de hierro es la producción de acero y fundición, por lo tanto la evolución de la demanda se refleja claramente en las series de consumo de mineral de hierro en Altos / Hornos y reducción directa.

El crecimiento del consumo de mineral de hierro en la Argentina se dió a una tasa anual acumulativa del 8,8% en el período 1975 - 1986. Dado que la demanda de hierro está ligada fundamentalmente a la producción de acero, tendencia refleja el crecimiento operado en el período 1975 - 1987 que fue del 5,02% anual acumulativo.



**EVOLUCION DEL CONSUMO DE MINERAL DE HIERRO EN ALTOS HORNOS Y REDUCCION  
DIRECTA - En miles de Tn. de Fe. contenido**

AÑOS	NACIONAL (a)	IMPORTADO (b)	PELLETS IMP.	TOTAL
1975	51,22	283,24	455,81	790,27
1976	44,43	368,87	547,30	960,60
1977	62,64	248,76	634,70	946,10
1978	14,40	444,10	901,80	1.360,30
1979	41,00	525,00	936,30	1.502,30
1980	33,00	577,10	763,50	1.373,60
1981	27,70	512,80	666,00	1.206,30
1982	23,00	537,40	740,40	1.300,80
1983	362,20	557,10	358,80	1.278,10
1984	316,20	572,80	394,50	1.283,50
1985	289,80	709,80	659,50	1.659,10
1986	341,5	754,2	911,0	2.006,70

(a) en trozos, finos y pallets

(b) en trozos finos

Fuente: ESTADISTICA MINERA DE LA REPUBLICA ARGENTINA -  
SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION, 1988.



**CAPACIDAD Y PRODUCCION DE ACERO CRUDO NACIONAL - PERIODO 1975 - 1987 - En Miles de Tn.**

AÑOS	CAPACIDAD OPERABLE	PRODUCCION	OFERTA TOTAL DIRECTA DE ACERO	OFERTA IND.ACERO	OFERTA TOTAL
1975	4.580	2.243	4.728	162	4.890
1976	4.673	3.349	3.583	160	3.743
1977	4.431	2.724	4.068	290	4.358
1978	5.001	2.831	3.852	373	4.224
1979	5.158	3.245	4.506	370	4.876
1980	5.298	2.721	4.222	581	4.903
1981	5.298	2.550	3.595	538	4.133
1982	5.298	2.933	3.961	316	4.277
1983	5.123	2.991	3.963	256	4.219
1984	5.298	2.677	3.789	174	3.963
1985	5.298	2.972	3.508	211	3.719
1986	4.957	3.272	4.264	153	4.417
1987	5.040	3.630	4.788	180	4.968

**Fuente:** CENTRO DE INDUSTRIALES SIDERURGICOS - ESTADISTICAS SIDERURGICAS - 1960 - 1987

La producción nacional se completaría en la importación de acero semiterminado que se lamina en el país más laminados totalmente terminados y aceros moldeado y en barras. Todos estos componentes constituyen la oferta total directa de / acero y en consecuencia puede ser interpretada como la demanda directa total / de mineral de hierro. Para obtener la oferta total de acero es necesario tener en cuenta la oferta indirecta que se manifiesta en la importación de artículos y maquinaria con componentes de acero, lo que adicionado a la oferta anterior, constituye la oferta total. En el periodo bajo análisis, la oferta total de / acero se mantiene en los mismos niveles, hecho compatible con la constancia en la capacidad de operación, no modificada en los últimos años.



La demanda de acero experimenta una caída en el mercado interno que es compensada mediante un incremento de las exportaciones / que mantiene practicamente constante el nivel de producción en el periodo 1975 - 1987.

DEMANDA DE ACERO - Miles de Tn. (En términos de Acero Crudo)

<u>AÑOS</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>	<u>EXPORTACION</u>	<u>DEMANDA TOTAL</u>
1975	4.723	167	4.890
1976	3.181	562	3.743
1977	3.895	463	4.358
1978	3.082	1.142	4.224
1979	4.162	714	4.876
1980	4.215	588	4.803
1981	3.184	949	4.133
1982	3.168	1.109	4.277
1983	3.307	912	4.219
1984	3.102	861	3.963
1985	2.192	1.527	3.719
1986	2.753	1.664	4.417
1987	3.3440	1.528	4.968

Fuente: CENTRO DE INDUSTRIALES SIDERURGICOS  
ESTADISTICAS SIDERURGICAS 1960 - 1987.



La base de la producción de acero es el hierro primario expresado como arrabio o hierro esponja y estos son los demandantes directos del mineral de hierro.

A continuación se reflejan los volúmenes de producción de hierro primario y el consumo de mineral requerido en Alto Horno.

PRODUCCION DE HIERRO PRIMARIO - Miles de Toneladas

AÑOS	ARRABIO	HIERRO ESPONJA	TOTAL Fe.Prim.	CONSUMO DE MINERAL DE HIERRO EN ALTO HORNO		
				Prod.Nac.	Importado	Total
1975	1.042,9	"	1.042,9	116	1.155	1.271
1976	1.279,5	30,02	1.309,7	88	1.315	1.403
1977	1.100,2	284,8	1.385,0	195	1.292	1.487
1978	1.434,8	398,8	1.824,6	79	1.417	1.496
1979	1.135,3	803,0	1.938,3	75	2,270	2.345
1980	1.035,4	757,6	1.793,0	50	2.036	2.086
1981	915,0	805,3	1.720,3	42	1.771	1.813
1982	1.015,4	878,2	1.893,6	553	1.392	1.945
1983	912,8	949,3	1.862,1	583	1.333	1.916
1984	893,9	897,6	1.791,5	538	1.460	1.998
1985	1.309,7	989,1	2.298,8	493	2.125	2.618
1986	1.623,3	934,6	2.557,9	581	2.497	3.078
1987	1.751,9	1.033,4	2.785,3	532	2.853	3.385

Fuente: CENTRO DE INDUSTRIALES SIDERURGICOS  
ESTADÍSTICAS SIDERURGICAS 1960 - 1987



La producción de hierro primario nacional creció en el / período 1975 - 1986 a una tasa del 9,34% anual acumulativo, superior a la de la producción interna de acero (5,02% anual acumulativo).

La demanda de mineral de hierro se refleja cabalmente en el consumo de alto horno, siendo la tasa de crecimiento anual acumulativa de 9,31%.

Del análisis de los datos anteriores se infiere que existe un déficit de materia prima nacional que en la actualidad es suplido por importaciones.

Cabe destacar que las características de la materia prima nacional demandada requieren un proceso previo de concentración y/o aglomeración, ya que las últimas licitaciones para los años / 1987 y 1988 fijan una ley en materia seca del 62% al 64%, aunque / debe aclararse que en el caso del demandante regional (Altos Hornos Zapla) utiliza mineral de sus propios yacimientos, con leyes menores a las requeridas mediante licitación.

Los principales productores de hierro nacional son Altos Hornos Zapla, Somisa, Tamet, Acindar y Siderca, las tres primeras / empresas producen arrabio en Alto Horno y las dos últimas hierro esponja.

Somisa es la principal productora, que se encuentra radicada en San Nicolás Provincia de Buenos Aires. El resto de las empresas se encuentran radicadas en el centro del país, salvo Altos Hornos Zapla, localizada en la región noroeste, en la provincia de Jujuy.

#### Calidades y Grado de Concentración demandados

Con respecto a las características del mineral es posible / afirmar que no existe una tipificación comercializable estable. No se trata de un mineral de hierro "estandar" con determinadas características físico-químicas, sino una venta en función de mezclas de mineral, dada por la capacidad de adaptación del Alto Horno y de otros factores como el cumplimiento en el suministro.





En el caso de las transacciones comerciales de mineral de hierro, las mismas están sujetas a disposiciones especiales, y se registran transacciones que demandan mineral de un contenido variable de hierro, desde el 40% hasta el 66%.

La posibilidad de colocación del mineral de hierro se encuentra comprometida con el transporte y este es un aspecto que condiciona la colocación del mineral tanto nacional como importado. La tendencia es hacia la utilización de vías fluviales o marítimas ya que por su volumen su costo es más reducido.

Las empresas nacionales que demandan mineral de hierro (Somisa y Altos Hornos Zapla) lo hacen sobre una base seca de mineral de contenido mínimo en condiciones de F.O.B. con tolerancias en cuanto a contenido de Fósforo, Azufre, Sílice, etc. y determinada granulometría.

La empresa Somisa se abastece significativamente con mineral de importación y a partir de 1979 también con pellets de Sierra Grande. En general se utilizan minerales que satisfagan una ley del 64% de contenido de hierro básico.

Altos Hornos Zapla se abastece de mineral nacional proveniente de las minas 9 de Octubre y Puesto Viejo con leyes promedio del 36% - 38% Fe. y mineral importado con leyes superiores al 60% para elevar la de sus propios minerales.

En Chile existen dos yacimientos con leyes y reservas excepcionales (62% Fe) que se encuentran a la altura de la línea de ferrocarril Salta - Antofagasta, a 565 km del Alto Horno.

#### Proyección de la demanda

Se proyectará la demanda teniendo en cuenta la tendencia histórica de la producción nacional de hierro primario y del consumo de mineral en Alto Horno en el período 1975 - 1987 sobre la base de dos hipótesis:

///



- 1º) Aplicando la tasa anual acumulativa registrada en el período analizado (9,31%).
- 2º) Aplicando la tasa anual acumulativa menor registrada en el período bajo análisis que corresponde al subperíodo 1979 - 1987 (4,7% anual acumulativa).

Cabe destacar que no se registra información sobre nuevos proyectos y programas públicos y privados vinculados al sector siderúrgico y que no existe un "Plan siderúrgico nacional".

Los acuerdos de complementación entre la República Argentina y otros países sudamericanos, como el caso específico de Brasil, pueden favorecer aún más la importación, frenando las expectativas / de incremento de la producción nacional.

A continuación se transcriben datos estimativos de la demanda nacional de mineral de hierro hasta 1997, sobre la base de las hipótesis señaladas precedentemente.



PROYECCION DE LA DEMANDA (miles de Tn)

AÑOS	CONSUMO MINERAL DE HIERRO ALTO HORNO	
	HIPOTESIS MAXIMA (cre. 9,31% anual/ acumulativo)	HIPOTESIS MINIMA (4,7% anual/acum.)
1988	3.700	3.544
1989	4.045	3.711
1990	4.421	3.885
1991	4.833	4.068
1992	5.283	4.259
1993	5.775	4.460
1994	6.312	4.669
1995	6.900	4.888
1996	7.542	5.118
1997	8.244	5.358

Debe señalarse que la producción nacional de mineral de hierro a consumirse en Altos Hornos tiene grandes posibilidades de expansión en la medida que se sustituyan importaciones que actualmente / cubren el 85% de la demanda.

En resumen el mercado de consumo de mineral de hierro, presenta deficit en cuanto al abastecimiento interno, por lo tanto, en la medida que el mineral nacional se adecue a los requerimientos de / los Altos Hornos tiene un alto margen de colocación, aún cuando se trate de minerales de baja ley, dada la posibilidad de ser beneficiados mediante tratamiento previos y mezclados con otros de alta ley / que mejoren su rendimiento.



### Demanda de Altos Hornos Zapla

Altos Hornos Zapla se abastece de mineral de hierro propio de las minas 9 de Octubre y Puesto Viejo y mineral importado proveniente de Chile en proporciones que varían entre el 30% y el 60% de carga en Alto Horno. Como se expresó anteriormente Unchimed abasteció entre 1968 - 1973 parcialmente a esta Empresa ya que los contenidos de hierro de estas minas son de un tenor similar a las propias y dado la reducida distancia entre los yacimientos de Unchimed y Altos / Hornos Zapla, surgiría este como el demandante natural.

La serie de producción de hierro de Altos Hornos Zapla, / muestra una tendencia decreciente desde el comienzo de la serie 1966 hasta 1988, aunque en los últimos 10 años el nivel de producción se estabilizó cerca del orden de las 100.000 toneladas, valor probable de mínima para el próximo decenio.



PRODUCCION DE HIERRO DE ALTOS HORNOS ZAPLA

<u>AÑO</u>	<u>TONELADAS</u>
1966	148.598
1967	177.472
1968	228.989
1969	270.751
1970	211.773
1971	269.827
1972	230.647
1973	210.080
1974	147.661
1975	529.676
1976	103.653
1977	216.542
1978	114.307
1979	84.147
1980	80.873
1981	96.868
1982	66.560
1983	108.784
1984	191.762
1985	114.016
1986	138.749
1987	87.678
1988 (1er. Cuatrimestre)	30.300

Fuente: DIRECCION GENERAL DE MINERIA - PROV. DE SALTA - 1988

COMERCIALIZACION

- Sistemas y Precios

Las empresas demandantes de mineral de hierro se abastacen mediante el sistema de compra por "Licitación Pública". En este caso se establecen condiciones de abastecimiento mínimo mensual y anual. Estas licitaciones también fijan los servicios de transporte a utilizar. El mineral debe cumplir con ciertas características químicas y físico-metalúrgicas establecidas en cada licitación para el mineral nacional por un lado y el mineral importado por otro.

De acuerdo al contenido de hierro fijado en la licitación se establece un sistema de premios y multas según el contenido de / hierro del mineral ofrecido se encuentre por arriba o por debajo del valor básico, dejando constancia que debe cumplir con el valor mínimo establecido.

El precio medio de mineral importado con leyes promedio de 62% de contenido de hierro, fue de U\$S 28/tonelada en 1987, mientras que para el caso de pellets el precio resultó de U\$S 33/tonelada para el mismo año. En años anteriores los precios pagados por pallets fueron los siguientes:

<u>AÑO</u>	<u>U\$S/Tn.</u>
1984	35
1985	34
1986	33

Se observa que el precio de los pellets de mineral importado se mantienen relativamente constantes, lo mismo puede decirse con respecto a los precios del mineral calibrado importado que se comportaron de la siguiente manera:



<u>AÑO</u>	<u>U\$S/Tn.</u>
1984	28,5
1985	28,6
1986	27,7
1987	28

Fuente: SECRETARIA DE MINERIA - ESTADISTICA MINERA, Bs. As. 1988

Los márgenes de comercialización, impuestos se estiman en un 20% sobre los precios de mercado.

Con respecto al hierro nacional, no existen datos de precios para minerales de características similares a las de Unchimé, pero el costo de mineral de Zapla (de sus propias minas) es de U\$S 20 por tonelada, estimándose un 19% en concepto de comercialización, regalías e impuestos sobre el valor bruto, con lo que el precio neto por tonelada se reduce a U\$S 16. Cabe aclarar que este valor se fija para una ley media de 39,65%, que es el promedio de las leyes en explotación en Zapla. Este valor debe ser corregido por la recuperación industrial y la dilución propias del mineral cotizado.



#### 4.1- Estudio de Mercado

##### CONCLUSIONES

Del análisis del comportamiento de la oferta y la demanda / en los últimos quince años surge que existe en el País una demanda in satisfacha de mineral de hierro, de diferentes leyes, que es abierto/ por importaciones, actualmente provenientes de otros países de Lati- noamérica, como Chile y Brasil.

Con respecto a la demanda, ésta ha experimentado un crecimien- to del 8,8% expresado en consumo de mineral en el período 1975-1986, / mientras que si se la refiere a la serie de producción de acero el cre- cimiento resulta del 5% para el lapso de referencia. Por otro lado no existen proyectos que alteren la demanda y oferta en forma exógena, de modo que la tendencia revela una demanda insatisfecha actual que puede extrapolarse y garantiza un mercado al proyecto.

Las características del mineral ofrecido por el proyecto po- drían ajustarse a los requerimientos de la demanda regional y nacional, combinando la utilización del mineral local de baja ley (promedio 36%) con el producto importado de alta concentración (60%).

Para asegurar la utilización del mineral de hierro de Unchimed, sería necesaria la explicitación de una política siderúrgica nacional, que contemple la sustitución de importaciones de mineral de hierro por mineral nacional dentro de los límites establecidos por la demanda.



Manuel Marcelo Soria

ABOGADO

AY 875 TEL. 221257 4400 SALTA



Salta, Diciembre 20 de 1988.-

Señor  
Director General de Minería  
Provincia de Salta  
Lic. RICARDO JOSE SALAS  
S. / D.

REF. INFORME de avance convenio sobre factibilidad de aprovechamiento de las Minas 7 Ferríferas de UNCHIME (U.N.S.A.-C.F.I.-Provincia de / Salta). Aspectos jurídicos.

Me dirijo al Sr. Director por su intermedio ante quien corresponda, adjuntándole el informe referenciado de acuerdo al siguiente detalle, aclarándole que las fotocopias de los expedientes agregados, son los únicos que tengo en mi poder por lo que, le solicito su resguardo.-

I) Expediente Administrativo N° 95199 de fecha 18 de enero de 1988, por ante el Ministerio de Defensa-Dirección General de Fabricaciones Militares, en (once) 11 fojas, donde sus letrados apoderados, de acuerdo a constancia del poder en cuestión, // efectúan un detalle cronológico de los antecedentes históricos de la empresa Altos Hornos Güemes S.A.I.C., como así también aspectos técnicos de las minas de "Unchimé".-

II) Legajo N° 38 de antecedentes de la sociedad Altos Hornos Güemes S.A.C. suministrado por la Inspección General de Personas Jurídicas-Provincia de Salta, en dos cuerpos (carpeta n° 1, con 293 fojas y Carpeta n° 2 con 265 fojas).-

III) Legajo del juzgado de Primera Instancia en lo Comercial de Registro de la Provincia de Salta, de la empresa ALTOS HORNOS GÜEMES S.A.I.C. en 142 carillas.-

IV) Diversos antecedentes obtenidos de la Fiscalía de Estado de la Provincia de Salta en 105 fojas.-

V) Antecedentes obrantes en la Contaduría General de la Provincia en 37 fojas.-

VI) Expediente que tramita en la ciudad de // Buenos Aires, juzgado Nacional de Primera Instancia en lo Civil y / Comercial Federal n° 6 N° 2185/79 "BANCO NACIONAL DE DESARROLLO vs. ALTOS HORNOS GÜEMES S.A.I.C. S/ejecución prendaria.-

VII) Igualmente es menester a título de avanzar minuciosamente en el análisis de esta compleja situación jurídica legal que caracteriza a los diversos yacimientos mineros de Unchimé, que deben asentarse algunos principios, entre los que me permito sugerir:

Dr. MANUEL MARCELO SORIA  
ABOGADO  
MAIRICULA N° 14 - C.S.S.A. N° 327



- a) Existiría abandono de la producción, que de por sí surge ante la evidente magnitud de la disminución productiva en comparación con la potencialidad real de cada pertenencia.-
- b) De determinarse la posible caducidad de los derechos no se afectaría la existencia de la mina perjudicada, sino tan solo que su dominio se revierte al Estado hasta su nueva adjudicación, ya que el yacimiento es una individualidad físico-jurídica, sin olvidar que: "El establecimiento de reservas mineras configura una excepción que no se legitima por la regla del art. 67 inc. 11 de la Constitución Nacional, pudiendo, en cambio, sustentarse con carácter temporario para el desarrollo de los recursos mineros, en los poderes concurrentes convirtiendo un área de aplicación del Código de Minería que es jurisdicción normal de las provincias, en un sistema que innove en la legislación común y donde podrían concurrir o conectarse políticas federales y provinciales" (Corte Suprema de la Nación).-
- c) Es menester procurar modernizar el sistema dominial-regalista que tiende a asegurar la preponderante intervención del Estado en el aprovechamiento y explotación de los minerales. Por el contrario, se debe facilitar el ingreso del capital de riesgo, por cuanto, el desenvolvimiento financiero debe asegurar el aprovechamiento / del crédito e inversión privada.-
- d) Frente a la concepción equilibrada del desarrollo de minería, la operación de "aviar"; es decir, el suministro capital en dinero / o elementos necesarios para la explotación de la mina, previa // constitución de garantías razonables y suficientes, no debe descartarse.

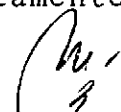
Ahora bien, insistimos en que deberán facilitarse los caminos a / la inversión útil, adecuada y que realmente procura la explotación. Por lo que, parafraseando a Guillermo J. Cano, deberá apreciarse si la tasa de utilidad obtenida en un negocio minero es justa y / razonable, computándose el riesgo minero (vgr. falta de mineral, su ley, condiciones no económicas de explotación, etc.) para lo / cual, se deberá tener en cuenta: 1º) Interés propiamente dicho / capital invertido (tasa de plaza); 2º) Utilidad razonable de cualquier negocio sin riesgos; 3º) Premio adicional por el riesgo ó / Alea minera que deberá ser cubierto por utilidades adicionales / (vgr. reservas matemáticas del contrato de seguro). Afirmamos con el maestro citado que de no ponderarse esta cuestión no habrá interesados sean éstos nacionales o extranjeros.-

- e) Se debe procurar incrementar la incidencia minera en el P.B.I. / tanto provincial, como regional y nacional, analizándose incluso la potencialidad minero-industrial y la posibilidad de sustituir importaciones en la medida que el régimen de exportación no sea competitivo a costos internacionales. Es decir, debemos intentar mejorar las reservas minerales industrializadas.-
- f) Definir un proyecto totalmente integrado, como loablemente se intenta en el caso, determina el correcto análisis de los requerimientos financieros, que la experiencia en Unchimé nos indica / que deben ser efectuados conforme a la realidad mineral, con una actividad prudentemente desarrollada, vgr: a) Inversión necesaria



para la faz extractiva y b) La empresa minera cualquiera sea su forma, que se ocupe de la explotación, deberá asumir el compromiso de presentar en un plazo mínimo a contar desde la puesta en marcha, de un cronograma o plan de trabajo de construcción de la planta secundaria de elaboración, para llegar a la industria integrada del material ferrífero; c) Se deberá demostrar adecuadamente la viabilidad económica de cada etapa del proyecto y los derechos y beneficios deberán quedar de alguna manera garantizados en función de lograr el cumplimiento cabal del plan propuesto. d) Las instalaciones e infraestructuras a recuperarse o realizarse deberán relacionarse con el volumen de producción predeterminados y en función del compromiso asumido. e) Se deberá tener presente el análisis desde el punto de vista económico si el valor agregado que permita ingresos netos adicionales, lo es en función de los gastos del capital de la planta y no del aporte / que realice la mano de obra local, sin olvidar la importancia de la tasa de ocupación real. f) Existe un aspecto jurídico de gran importancia, que se refiere a la posibilidad de modificar y adecuar las cláusulas contractuales, procurando anticipar los cambios flexibles de las mismas, por medio de las cuales las partes puedan renegociar y reorganizar su relación en un marco equilibrado y de buena fe, sin que ninguna se perjudique injustamente (art. 1198 C. Civil).- g) También debemos procurar dentro del campo actualizado, evitar los acuerdos tradicionales, que justamente no pasa por la figura jurídica de la concesión minera, incluso se podría estudiar la realización de un acuerdo específico para la situación en estudio, con adecuado grado de control oficial. Se podrá reemplazar el sistema de concesión, por contratos modernos: de asociación, de participación, de servicios, etc., donde se permita una política de decisión sobre los recursos naturales que hacen al patrimonio del Estado. h) Entre las medidas promocionales que también ayuden al riesgo minero, podría hablarse de 1°) otorgamiento de estabilidad tributaria; 2°) garantía de disponibilidad de divisas provenientes del exterior; 3°) sin discriminación cambiaria; 4°) adopción de precios internacionales aún para el mercado interno; 5°) rebajas aduaneras; 6°) Reglas de juego / claras; 7°) estabilidad jurídico-política que permitan la planificación; i) el control estatal debe tener en cuenta el logro / del resultado propuesto, sin perjuicio del control contable y de gestión ordinaria suficientemente operativas para que no se obstaculice la empresa.

Saludo a Ud. atentamente.-

  
Dr. MANUEL MARCELO SORIA  
ABOGADO  
MATRICULA No 14 - C.S.S.A. No 327



## INFORMACION COMPLEMENTARIA PROYECTO UCHIMA

Teniendo en cuenta los detalles del plan de trabajo y metodología acordados (anexo I del convenio), se han elaborado los informes/ correspondientes a los aspectos legales, aspectos geológicos-mineros, / tratamiento del mineral y estudios económicos, quedando sin concretar los capítulos referidos a la ingeniería de minas y la ingeniería del / proyecto, los cuales según lo convenido posteriormente, sobre las con- sideraciones que se efectuaban conforme a los informes de avance, cons- tituyen estudios concretos, que deben realizarse, en base a la informa- ción obtenida, en una próxima etapa del proyecto.

Entre las conclusiones y recomendaciones detalladas en el es- tudio "Aspectos Geológicos-Mineros", se priorizan áreas, en donde las características de yacencia y mineralización de los mantos ferríferos, ofrecen mejores condiciones para una probable explotación a cielo abier- to, tal es el caso del bloque El Tunal u Hornitos, en el cual existen / sectores con cubiertas de estériles marcadamente menores que en el res- to del distrito de Uchima, registrándose antecedentes de explotaciones a cielo abierto (como los efectuados en los frentes Trinchera 83 y Tres Marias).

También en referencia al bloque El Tunal u Hornitos, los estu- dios de tratamiento de mineral, llevados a cabo por el IIBENI de la Uni- versidad Nacional de Salta, arrojan los resultados más promisorios para el mejoramiento de las leyes de Hierro, habiéndose obtenido en los ensa- yos metalúrgicos, un incremento de 10 puntos en la ley (desde 40,0 a / 50,0), con una recuperación del 80%.

Por otra parte, con respecto a los otros bloques que integran el distrito, se debe considerar que aproximadamente un 70% del mismo, / los valores de cubierta de estériles alcanzan docenas de metros, lo cual indica que para varios sectores, los métodos de explotación apropiados, serán los subterráneos.

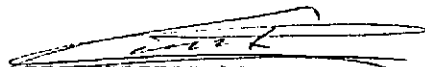
Las generalidades expresadas en referencia a los probables mé-



todos de explotación, tendrán que ser particularizados, para cada uno de los sectores que integran los diferentes bloques, en función de la marcada variabilidad que se observa en las condiciones de yacencia y mineralización, la topografía y la relación mineralización-cubierta de estériles.

Por último, es necesario recalcar que en las reuniones del Comité Técnico Ejecutivo, que se produjeron con motivo de analizar los informes de avances, se expusieron las razones técnicas y logísticas, que obligaron a realizar cambios en los cronogramas y tareas oportunamente contenidos, acordándose los contenidos que obran en el informe final presentado.

SALTA, 31 de Agosto de 1989

  
LIC. ALFREDO LUIS CASTILLO  
Dirección Gral. de Minería